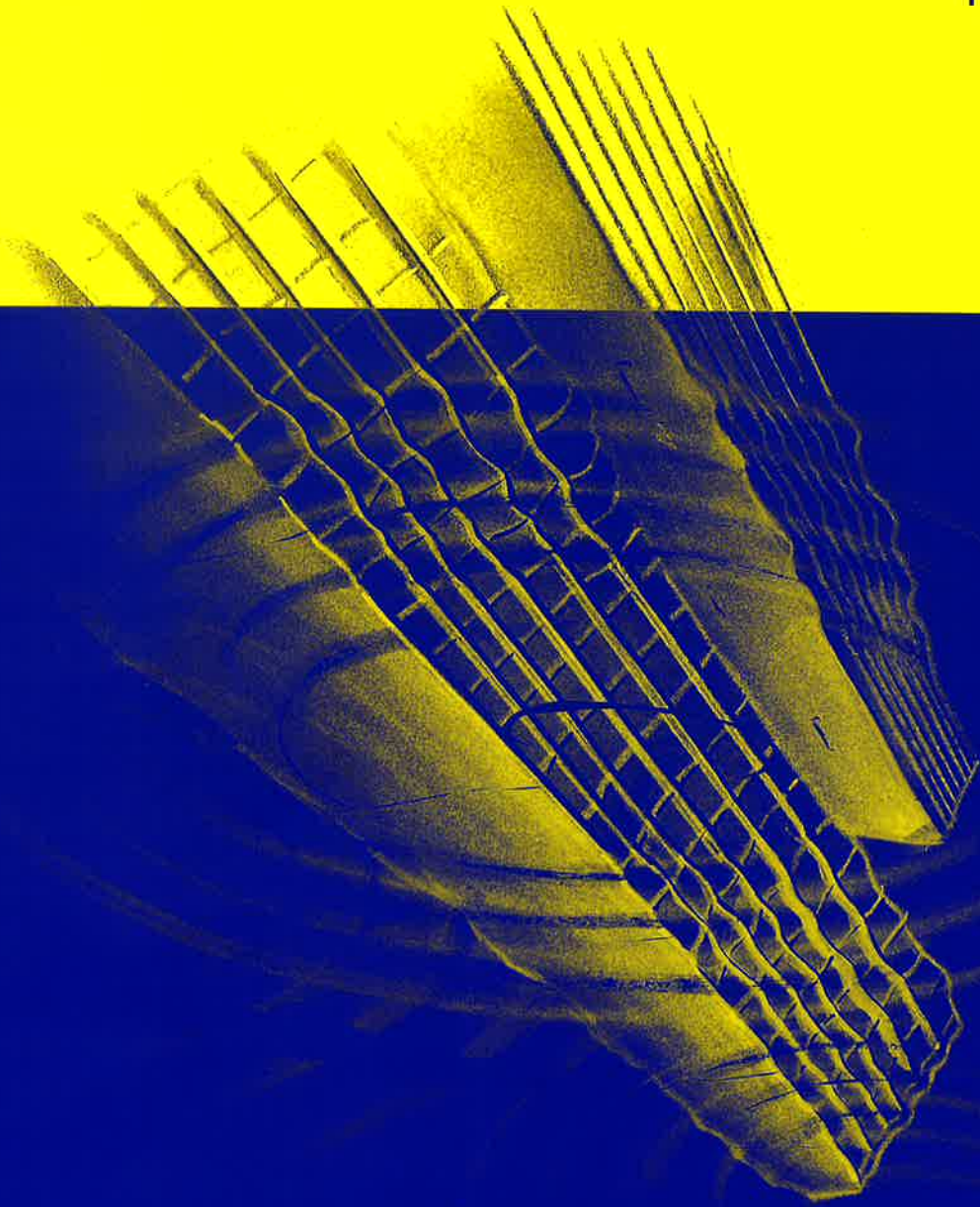


MENSHIN

NO. 34 2001. 11



JSSI

Japan Society of Seismic Isolation

社団法人日本免震構造協会

◇◇社団法人日本免震構造協会出版物のご案内◇◇ 2001年9月30日

タイトル	内容	発行日	価格
			会員 非会員
会誌「MENSIN」	免震建築・技術に関わる情報誌。免震建築紹介、免震建築訪問記、設計例、部材の性能、免震関連技術等 年4回発行(2月・5月・8月・11月)[A4判・約90頁]	1993年9月 創刊	¥2,500 ¥3,000
米国免震構造調査報告書 「免震とレトロフィット」	日本免震構造協会が米国の免震構造の視察を2回行い、施工中建物使用の例も含む免震レトロフィットの事例を紹介、さらに新築の事例も加えた報告書で、カラー写真を多く盛り込みわかりやすく解説したもの[A4判・174頁]	1996年8月	¥2,500 ¥3,000
免震部材JSSI規格 -2000-	免震部材に関する協会規格。アイソレータ及びダンパーに関する規格集[A4判・130頁]	2000年6月	¥1,500 ¥3,000
免震建物の維持管理基準 《改訂版》-2001-	免震建物では、地震時の変位が免震層に集中することから、免震層・免震部材を中心とした通常点検・定期点検など、免震建物維持管理のための点検要領などを定めた協会の基準。ユーザーマニュアル付き。[A4判・17頁]	2001年5月	¥ 500 ¥1,000
免震建物の維持管理	免震建築の維持管理をわかりやすく解説したカラーパンフレット[A4判・3ツ折]	1997年9月	無料
免震建築物の耐震性能評価表示指針(案)	免震建築物の耐震性能を評価する具体的な方法を示すもので時刻歴応答解析による[A4判・70頁]	2001年6月	¥ 500 ¥1,000
免震建物の 建築・設備標準 -2001-	免震建物の建築や設備の設計に関する標準を示すもの[A4判・63頁]	2001年6月	¥1,000 ¥1,500
免震部材標準品リスト -2001-	免震建築物の設計に必要な免震装置の性能を示す装置毎の基準値を一覧表にまとめたもの[A4判・378頁]	2001年9月	¥2,000 ¥2,500
【ビデオ】 大地震に備える ～免震構造の魅力～	免震建築の普及のため建築主向けに免震構造をわかりやすく解説したもの [VHSビデオテープ・約10分]	2000年9月	¥5,000 ¥6,500

◇◇社団法人日本免震構造協会編書籍のご案内◇◇ 2001年9月30日

タイトル	内容	発行日	価格
			会員 非会員
免震構造入門 (オーム社)	免震建築を設計するための技術書[B5判・184頁]	1995年9月	¥3,000 ¥3,465
免震積層ゴム入門 (オーム社)	免震構造用積層ゴムアイソレータを詳しく解説した実用書[B5判・178頁]	1997年9月	¥2,700 ¥3,150
免震建築の設計とディテール 《改訂新版》 (彰国社)	建築設計者向けの免震建築計画から可動部のディテールまでをまとめた実用書。「ディテール」133号別冊(1997年7月発行)を改訂し、単行本としたもの[A4判・204頁]	1999年12月	¥3,300 ¥3,570
はじめての免震建築 (オーム社)	これから免震建築にとりくまれる建築家、構造技術者を対象にQ & A形式で解説したもの[A5判・154頁]	2000年9月	¥2,100 ¥2,415
免震構造施工標準-2001- (経済調査会)	免震構造の施工に関する標準を示すもので免震部建築施工管理技術者必携のもの[A4判・87頁]	2001年7月	¥2,100 ¥2,500
改正建築基準法の免震関係規定の技術的背景 (社団法人建築研究振興協会)	免震建築物の構造関係規定と免震部材の品質規定の技術的背景を詳細に解説したもので各規定の技術上の理解を深める資料[A4判・418頁]	2001年9月	¥4,500 ¥5,000

※お申込みされる場合は、事務局(FAX03-5775-5434)までお願いします。(税込み価格)

巻頭言	新たに豊かな社会をみざして……………	1
	副会長 大越 俊男	
免震建築紹介	公立刈田総合病院……………	3
	織本匠構造設計研究所 中澤 昭伸 吉垣 茂樹 奥田 昭久	
免震建築訪問記⑳	千葉市立郷土博物館耐震改修工事……………	9
	織本匠構造設計研究所 山竹 美尚	
免震建築訪問記㉑	小田栄eアンドスポーツ……………	13
	山下設計 酒井 和成	
シリーズ「ダンパー」⑫	免震鋼棒ダンパーの特性と簡易損傷評価法……………	19
	巴コーポレーション 玉松 健一郎 土師 利昭 岡本 哲美 大家 貴徳	
特別寄稿	軟弱地盤の非線形特性を利用した免震基盤……………	26
	清水建設 福武 毅芳	
特別寄稿	免震戸建て住宅(4号建築物)の免震層の施工実験……………	41
	戸建住宅部会委員長 中澤 昭伸	
建設省(現国土交通省)指導課への質疑・要望事項及び回答……………		46
免震建築物の技術基準解説講習会における質問と回答……………		63
報告	第8回免震フォーラム……………	77
	出版部会 猿田 正明 加藤 巨邦	
	平成13年度免震部建築施工管理技術者……………	81
	講習・試験の実施 資格制度委員会委員長 西川 孝夫	
国内の免震建物一覧表	出版部会 メディアWG……………	82
委員会の動き……………		93
	○運営委員会 ○企画委員会 ○技術委員会 ○普及委員会 ○表彰委員会 ○建築計画委員会 ○国際委員会 ○資格制度委員会 ○維持管理委員会 ○基準等作成委員会	
会員動向……………		99
	○新入会員 ○入会のご案内・入会申込書(会員) ○免震普及会規約・ 入会申込書 ○会員登録内容変更届	
インフォメーション……………		106
	○「改正基準法免震関係規定技術的背景」講習会 ○パッシブ制振構 造シンポジウム ○年間予定表 ○会誌「MENSIN」広告掲載のご案内 ○寄付・寄贈	
編集後記……………		118

CONTENTS

Preface	Towards a New Rich Society Toshio OKOSHI Vice President	1
Highlight	KATTA General Hospital Akinobu NAKAZAWA · Shigeki YOSHIGAKI · Akihisa OKUDA Takumi Orimoto Structural Engineer & Associates	3
Visiting Report—③⑧	Seismic Isolation Retrofit of Chiba Local Museum Yoshinao YAMATAKE Takumi Orimoto Structural Engineer & Associates	9
Visiting Report—③⑨	Odasakae e and Sports Kazunari SAKAI YAMASHITA SEKKEI INC.	13
Series Damper—⑫	Performance of Steel Damper and Simple Method of Damage Evaluation Kenichiro TAMAMATSU · Toshiaki HAZE · Tetsumi OKAMOTO · Takanori OHYA Tomoe Corp.	19
Special Contribution	Isolated Foundations due to Nonlinearity of Soft Ground Kiyoshi FUKUTAKE Shimizu Corporation	26
Special Contribution	Constructional Test of Seismic Isolation Device for a House Akinobu NAKAZAWA Housing Committee	41
Q and A from MLIT on the	Calculation Method and Devices for Seismic Isolation System	46
Q and A from BCJ on the	Seminar of the Notification for Seismically Isolated Structure	63
Report	The 8th Menshin Forum Masaaki SARUTA · Hirokuni KATO Publication Committee	77
	Report on the Test for Construction Manager for Building with Seismic Isolation Takao NISHIKAWA Qualification Committee	81
List of Seismic Isolated Buildings in Japan	Publication Committee Media WG	82
Committees and their Activity Reports	○Steering ○Planning ○Technology ○Propagation ○Commendation ○Architectural Planning ○Internationalization ○Qualification ○Maintenance Management ○Standards Revaluation	93
Brief News of Members	○Members ○Application Guide and Form ○Rules of Propagation Members and Application Form ○Modification Form	99
Information	○Lecture on the Background of the Revised Seismic Isolation Standards Law ○Symposium on Passive Control Structures ○Annual Schedule ○Collection for Advertisement ○Contributions	106
Postscript		118

新たに豊かな社会を目ざして

副会長 大越俊男



建設産業は急激な構造改革に迫られている。

国政レベルにおける55年体制以降、我々は豊かな社会を目ざして走り続けてきた。企業が豊かになれば、個人が豊かになる。そして、年功序列と終身雇用制が永遠に続くものと思ってきた。政府の組織は企業・生産者のためにあった。農協指導による米の生産調整をみると、日本は全くの社会主義と言われてしまう。90年には世界的に社会主義が崩壊した。そして、日本も平成の大不況に突入した。

欧州で長期の生活を過した人は、必ずと云っていい程に、欧州の個人生活の豊かさに憧れている。200年も前の家に住み、伝統の食事や家具、衣類の生活が豊かなのだろう。では、日本でも同じような生活が出来るのであろうか。

日本は、自然災害の最も多様な国である。地震、台風、豪雪、火山噴火等は、世界で最大級のものではないが、一級である。それらが一地域に集中していることが世界の中では特殊である。そのために、日本の構造設計者は、世界で最も活躍している。

しかし、この厳しい自然環境は、独特の文化を形成している。何でも受け入れ、共存させることである。諦め、水に流すことである。むしろ、火の鳥のように、破滅から再生を願っているように思える。農耕民族の日本では、数百年にわたる水の配分が、話し合いと相互監視の制度を確立した。抜駆けを厳しく禁止してきた。日本社会は談合体質である。

談合は、米国では、殺人と同じ罪である。業務上の過失は無罪である。一方、日本では、談合が罪とは思われていないが、業務上の過失は罪である。そのために、日本では、過剰な性能が要求される。

技術者は、倫理を問われだした。工学の倫理は、社会を反映したものであるために、グローバリゼーションの中で一致しない。日本では、企業に忠誠をたてるが、社会へは無関心である。当然、聖書に手を置いて宣誓もしない。

何でも受け入れ、共存させることは、自然災害だけに限らない。神道と仏教の共存に始まり、儒教、禅宗、キリスト教等を導入し、独特に消化し吸収し、融合させている。食生活もしかりである。和食、洋食、中華等を、家庭で一般に作るが、あくまでも和風に消化したものである。だが、中国の家庭では中華料理しか作らないし、ドイツの家庭でもドイツ料理しか作らない。

最近の住宅は、必ず洋室があり、和洋折衷である。欧米人も中国人も家庭では靴を脱がないが、日本の洋室では、靴を脱ぐし、ホテルにはスリッパと寝間着がある。

狭い空間で、多様な生活様式を維持してゆくことは、豊かな生活なのだろうか。

自然と天然資源は有限であり、常に枯渇が警告されてきた。しかし、石炭は枯渇する前に採掘されなくなった。石油産出国も、石油が不要になることを恐れている。原子炉も新設されなくなった。そして、最初に限界に達したのは、浄化機能的環

境資源であった。

持続する社会を求めて、世界中で運動が始まった。循環型社会を目ざして、建設産業は矢面に立たされている。

21世紀に入って、高い経済成長と消費社会を求めることは、困難になった。発展型社会や消費型社会から、安定型社会への転換が必要となる。二流のアメリカを望むのは止めるべきである。失業の無い、安定した収入、快適な住宅、安全な食品、豊かな自然環境を求め始めた。

日本の一人当りのセメント使用量は、この30年間で、欧米の2倍であった。これは、日本の建設業がGDPの20%になり、欧米の2倍以上であることから理解できる。

急激な発展型社会から安定型社会への転換は、可能だろうか。

建築学会は、100年建築を提唱している。地球環境維持のために循環型社会を求めたものである。しかし、そればかりではない。もはや、高額の新築を手に入れ、一生そのために働くのは豊かな社会とは云えない。中古住宅を安く手に入れ、生活に応じて、買換えれば、無駄に大きな住宅も必要ない。不必要に贅沢な住宅である必要もない。米国人は、一生のうちに平均8回の買換えをするそうである。安い中古を買い、補修して、5年程度で高く売るそうである。当然、市民の住宅の性能に対する意識は高く、中古市場は賑やかである。

欧米では、子供の教育費を親が負担するのは、一般に、高校卒業の18才までだそうである。米国留学の日本人は、気まずい思いをさせられるそうである。アジアでは、儒教や仏教の考えに基づき、子供の面倒を見ることで、将来、子供に面倒を見てもらうと思っているからであろう。しかし、日本の家族制度は、55年体制による工業化社会が必然的にもたらした核家族によって崩壊した。老後は社会が面倒を見るような福祉制度の確立が必要となっている。

日本では、あまりにも、住居費と教育費が多めで、これらからの解放がなければ、欧米流の豊か

な社会にはならない。これらは、遊牧民族と農耕民族の差であろうか。

もう一つ、安定型社会を拒むものがある。それは、地震災害である。循環型社会では、100年建築が求められる。100年の間には、必ず、大地震と遭遇する。南関東地震や東海地震では、死者の数を推計する等の災害予測が行われているが、倒壊・大破による建設廃棄物については予想されていない。数年で全国の産業廃棄物処分場は満杯になると云われている。兵庫県南部地震の時と同じように、超法規で処分されるのであろうか。

新築の耐震目標は、関東・関西地域では、建築基準法のレベルより高める必要がある。しかし、倒壊は避けられても、外装材や内装材の損傷、躯体の損傷の大きさによっては、取壊される。躯体の損傷を二次的部材に集中させる制振構造や、入力加速度の低減による家具・什器の損傷を軽微にする免震構造の十分な普及が望まれる。

既存建築物の半数は、80年以前に設計されており、耐震診断を必要としている。耐震補強を必要とするのは、その30%程度と云われているが、耐震性能のレベルを上げると、更に増える。日本では、リニューアル時に法の遡及を恐れて躯体をいじらないが、サンフランシスコと同じように、リニューアル時に耐震診断・補強を義務付けるべきである。

建築基準法の改正によって、免震構造は一般の確認申請でも可能になった。免震構造の年間の建設は、これまでの100余棟から10,000棟になることが望ましい。そのためには、デバイスの製造や施工が、粗雑になってはならない。十分な品質管理と施工管理によって、十分な能力が発揮される必要がある。

日本では、小規模な建築物は、建築基準法上4号建築として、構造計算が免除されている。消防法もしかり。そして、地震による死傷者の大半は、これらの建築物によっている。震災による人命や廃棄物の削減のためにも、4号建築の特例を廃止し、簡便な免震構造の普及を望みたい。

公立刈田総合病院

織本匠構造設計研究所
中澤昭伸



同
吉垣茂樹



同
奥田明久



1. はじめに

本建物は、宮城県白石市に建設中の災害拠点病院の機能を持った地上4階建て、高さ18.75mの総合病院である。大地震時における建物の揺れの低減と、医療機器・什器等の転倒防止を図り、安全性を高め病院機能を維持することを目的に免震構造を採用することとなった。

また、1階エントランスの大きなピロティ空間、病院内部空間の自由性及び平面計画のフレキシビリティを高めた計画とすることと、免震構造の性能向上を含め、大スパン架構とし、柱には耐火被覆を必要としないCFT構造（中詰めコンクリート $F_c=60\text{N/mm}^2$ ）を採用している。

2. 建物概要

建設地：宮城県白石市福岡蔵本字下原沖地内
建築主：白石市外二町組合（白石市、蔵王町、七ヶ宿町）

一般設計：アーキテクト・コラボレーティブ
設計JV 芦原太郎建築事務所
アーキテクトチャーワークショップ
堀池秀人アトリエ

構造設計：織本匠構造設計研究所
施工者：鹿島・安藤建設・奥田建設JV
主用途：病院
建築面積：16,545 m^2
延床面積：25,141 m^2
階数：地上4階
軒高：18.75 m
基準階：階高 4.5 m
基礎：ベタ基礎（マットスラブ）
免震構法：1階床下免震による基礎免震

- ・鉛プラグ入り積層ゴム支承
- ・直動転がりローラー支承
- ・オイルダンパー



図-1 建物外観パース

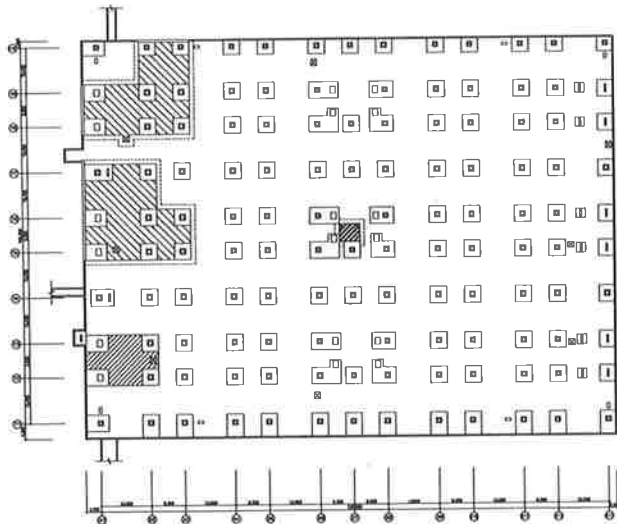


図-2 基礎伏図

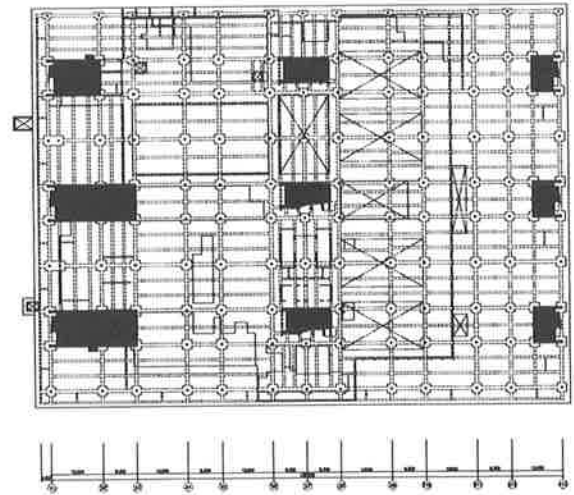


図-3 1階床伏図

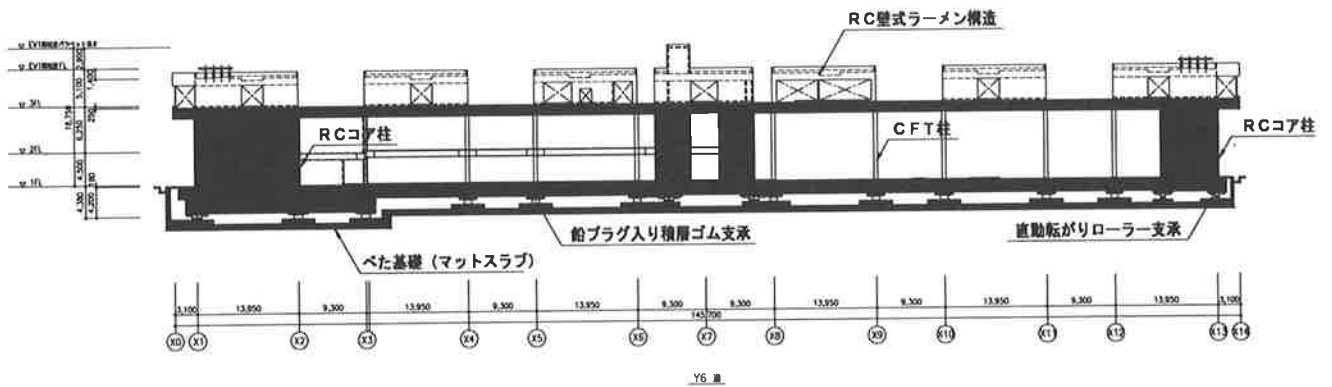


図-4 Y6通軸組図

3. 構造計画

本建物の平面形状は、約140m×120mの長方形のシンプルな形状である。

基礎構造をマットスラブベタ基礎とし、その上部に免震層を配置した。

上部構造は、1・3階床レベルに人工地盤を形成し、その間を鉛直支持のCFT柱と水平剛性を担う9カ所のRCコア柱で連結している。1階床上には鉄骨造の外来診察等、3階床上にはRC造壁式ラーメン構造の病室が配置される。また、3階床を支えるCFT柱は9.3m,12.4m,13.95mという大スパン割に配置し、1本当たりの負担軸力を大きくすることで、

(免震支承部材数の低減) = (免震層の長周期化) を図り、低層建物の免震化を行った。

CFT柱は、鉄筋挿入工法を用いて1時間耐火の無耐火被覆にて使用している。

表-1 上部構造形式・種別

階	構造形式	構造種別	Fc (N/mm ²)
3	壁式ラーメン構造	RC造	27
1・2	耐震コア柱付き ラーメン構造	SRC造 CFT構造	27 60 (中詰め)

免震層には、以下に示すように3つの部材を用いた複合型免震構法を採用した。支承部材として、各柱下に減衰部材一体型の鉛プラグ入り積層ゴム支承とRCコア柱直下の引抜力の発生する部分に直動転がりローラー支承(摩擦係数 $\mu = 0.005$)を設置した。また、周期特性を損なうことなく免震装置の水平変位の制御と微小な振動の抑制を目的にオイルダンパーを使用した。図-5に免震部材配置図を示す。

表-2 免震装置種類

免震装置	鉛プラグ入り 積層ゴム支承 (LRB)-(115)	直動転がり ローラー支承 (CLB)-(33)	オイル ダンパー (8)
径・型 - (数)	900φ-(26) 1,000φ-(47) 1,100φ-(28) 1,200φ-(14)	CLB133+ -(1) CLB750+ -(14) CLB500キ-(18)	バイフロー タイプ -(4(X)) (4(Y))

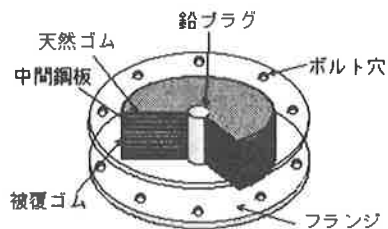


図-6 鉛プラグ入り積層ゴム支承

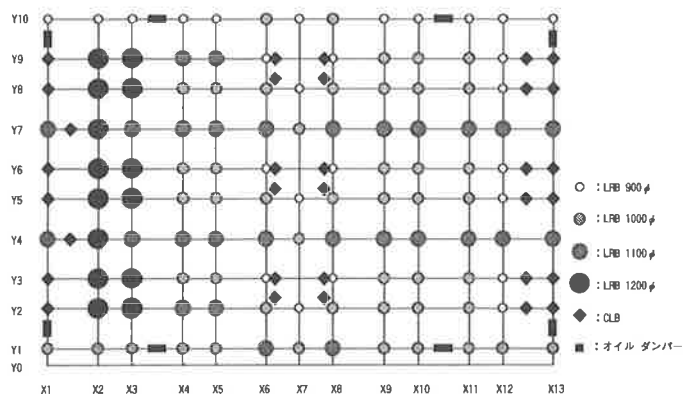


図-5 免震装置配置図

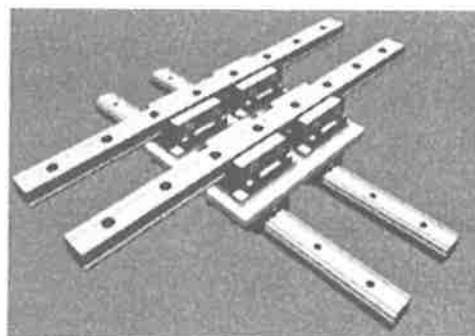


図-7 直動転がりローラー支承



図-8 オイルダンパー

4. 設計方針

4-1 免震層の設計方針

1) 固有周期の設定

免震層の復元力特性はバイリニア型とする。免震装置が動き出すまでの弾性剛性を周期1.5秒程度とし、地盤の卓越周期0.24~0.32秒から十分離れたものとする。

2) 免震装置の降伏せん断力及び減衰効果

大地震時における応答加速度を極力低減することを第1目的とし、免震装置の長周期化を計ると共に、降伏耐力が全建物重量の0.035程度となるよう鉛プラグ入り積層ゴム支承を配置する。また、微小な振動の抑制を目的として、速度依存系のオイルダンパーを配置する。

3) 免震装置の配置

地震時に免震層が動き始めてから最大変位に達するまでの間、免震層にねじれを生じさせないように偏心量を極力小さくし、免震層のねじれ剛性を損なうことのないように鉛プラグ入り積層ゴム支承を配置する。オイルダンパーは建物外周部のX・Y方向に各4ヶ所バランス良く配置する。

4-2 建物及び免震装置の耐震性能目標

建物及び免震装置の耐震性能目標を表-3に、耐震性能グレードを表-4に示す。

表-3 耐震性能目標

		レベル1	レベル2	余裕度検討時
地震動のカテゴリ		C ₁	C ₂	C ₃
耐震性能目標	上部構造	A	A	A
	免震装置	A	B	C
	下部(基礎)構造	A	A	A

表-4 耐震性能グレード

グレード	上部・基礎構造	免震部材
A	許容応力度以内	安定変形(30cm)以内
B	弾性限耐力以内	性能保証変形(45cm)以内
C	終局耐力以内	終局限界変形(60cm)以内

5. 地震応答解析

5-1 解析モデル

本建物の解析モデルは、基礎位置固定とした上部構造の3層に免震層の1層を加えた4質点モデルとする。各節点の自由度は、水平方向1自由度とし、各階のバネは等価せん断バネに置換した。図-9にその解析モデル図を示す。

1) 上部構造モデル

1・2層大架構部分の復元力特性は、修正武田モデルとし、その折点は弾塑性荷重増分解析結果より設定する。3層病室部分のRC壁式ラーメン構造は、ひび割れ剛性低下を考慮した剛性をもつバイリニアモデルとした。

2) 免震層モデル

鉛プラグ入り積層ゴム支承は、歪み依存型バイリニアモデルの復元力特性とした。直動転がりローラー支承の摩擦力は非常に小さいので無視する。オイルダンパーは速度依存型のバイリニアモデルの復元力特性とした。以上2種類の復元力特性を並列としたモデルとする(図-10参照)。

3) 減衰定数

上部構造は、上部構造の1次振動数に対して $h = 3\%$ の瞬間剛性比例型とする。免震層は、鉛プラグ入り積層ゴムの履歴減衰とオイルダンパーの粘性減衰のみとする。

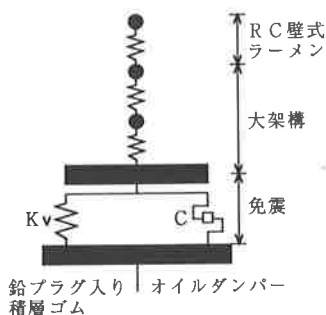
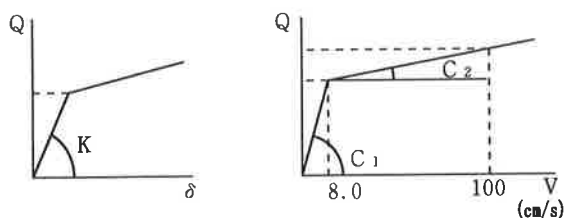


図-9 解析モデル図



鉛プラグ入り積層ゴム支承 オイルダンパー

図-10 免震支承及びダンパーの復元力特性

5-2 入力地震動

1) 採用地震波

地震応答解析には、表-6に示すように観測波のうち標準的な波形2波、長周期成分を含む波形を1波、模擬地震波として地域特性を表す地震波2波を用いた。

2) 地域特性を表す模擬地震波

本建物の建設地付近に影響を及ぼすであろう想定地震及び活断層データを基に、距離減衰式より工学的基盤での地震動特性を相対的な評価として比較すると、表-5のようになる。

表-5 建物に影響を及ぼすと推定される断層による影響度比較

想定地震・断層名	断層長さ L (km)	M	震央距離 Δ (km)	最大加速度 Amax (cm/s ²)	最大速度 Vmax (cm/s)
白石断層-越河断層	15	6.7	7.4	339.7	24.3
長町-利府線	12	6.6	33.9	166.3	11.7
双葉断層	55	7.7	61.5	235.8	22.2
宮城県沖地震	80	7.4	169.4	74.8	6.6

以上の結果より、白石断層-越河断層を「本敷地で将来発生する最大級の地震動」(レベル2地震動)として模擬地震動を作成した。また、宮城県は宮城県沖の日本海溝から発生する「宮城県沖地震」が要注意とされているので、この地震を想定した模擬地震動をその発生頻度からレベル1地震動として採用する。観測波3波については、レベル1を30cm/s、レベル2を60cm/sに増幅させて使用した。表-6に設計用入力地震動のMSAVDを示す。

表-6 設計用入力地震動のMSAVD一覧表

レベル	レベル1の地震動			レベル2の地震動			余裕度検討レベル		
実効周期の範囲	2.08 ~ 3.22			2.57 ~ 3.43			3.70		
カテゴリー	C ₁			C ₂			C ₃		
地震動の修正パラメータ MSAVD	Amax (cm/s ²)	Vmax (cm/s)	Dmax (cm)	Amax (cm/s ²)	Vmax (cm/s)	Dmax (cm)	Amax (cm/s ²)	Vmax (cm/s)	Dmax (cm)
EL CENTRO 1940 NS	327	27	9	654	55	18	-	-	-
TAFT 1952 EW	317	24	10	634	48	20	-	-	-
HACHINOHE 1968 NS	226	21	12	451	42	25	752	70	42
模擬波(宮城県沖)*1	194	24	18	-	-	-	-	-	-
模擬波(白石断層)*2	-	-	-	617	38	20	-	-	-

*1 宮城県沖地震を想定し、断層レベルを用いて小林、翠川の理論より推定される地震基盤入射波速度スペクトルを基に作成した模擬地震波

*2 白石断層-越河断層の断層帯を仮定し、断層レベルを用いて小林、翠川の理論より推定される地震基盤入射波速度スペクトルを基に作成した模擬地震波

5-3 応答解析結果

1) レベル2地震応答解析 (性能変動考慮)

X、Y方向の最大応答変位および最大応答加速度をそれぞれ図-11、図-12に示す。

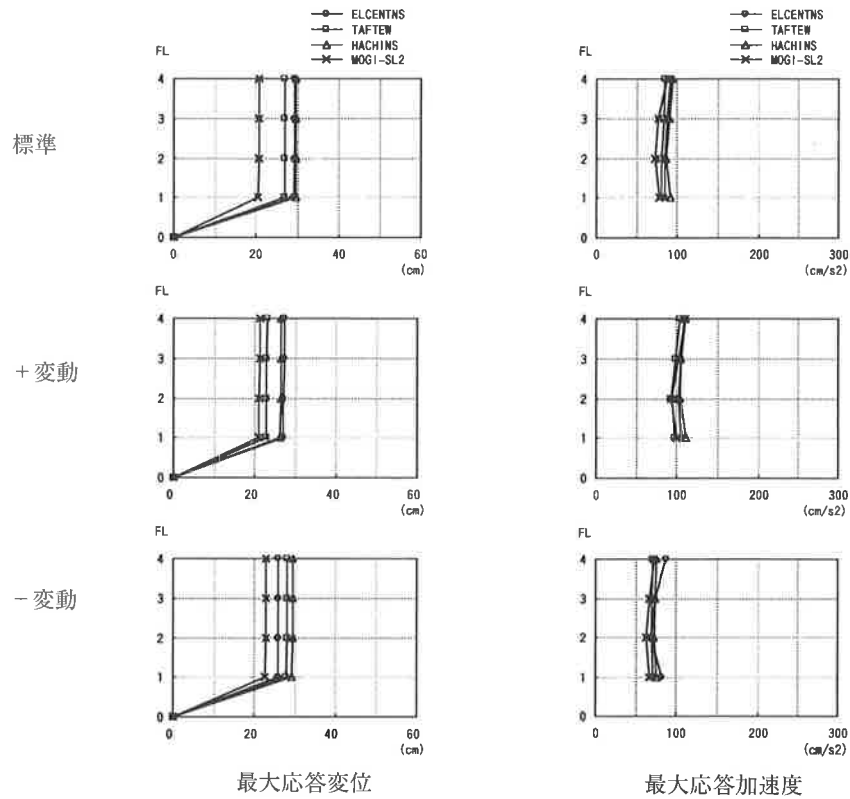


図-11 X方向応答結果 (レベル2)

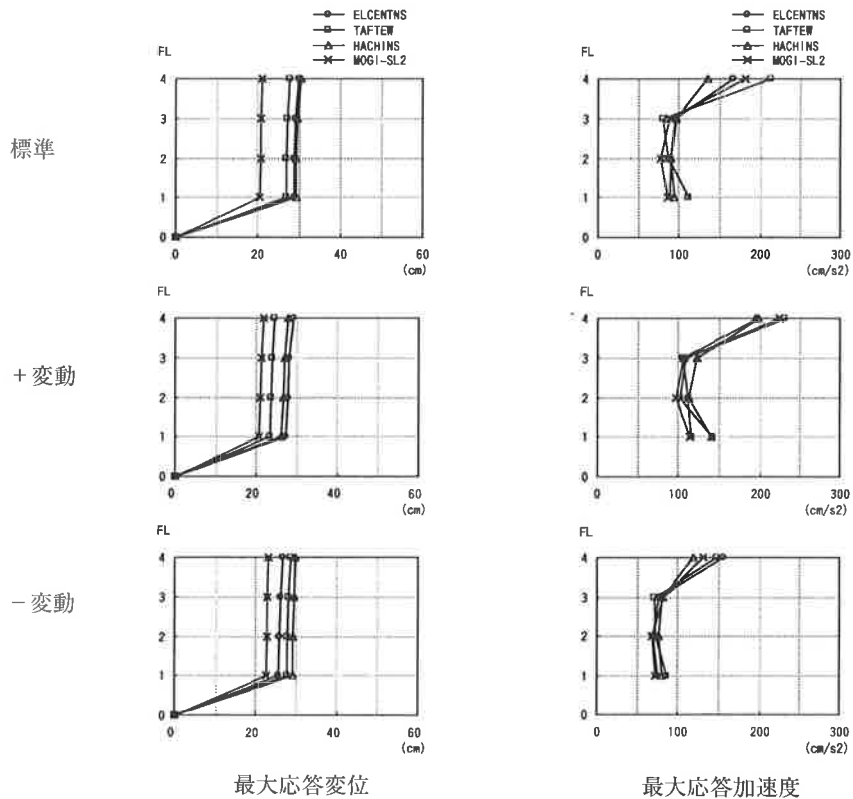


図-12 Y方向応答結果 (レベル2)

5-4 立体振動解析によるねじれ・上下振動の検討
 本建物は、2階床の偏在によるねじれ振動と約140m×120mと平面的に大きいことで発生する上下地震動入力有位相差による影響を上下動・水平動同時入力の立体骨組みモデルによる振動解析で検討した。図-13に解析モデルを示す。

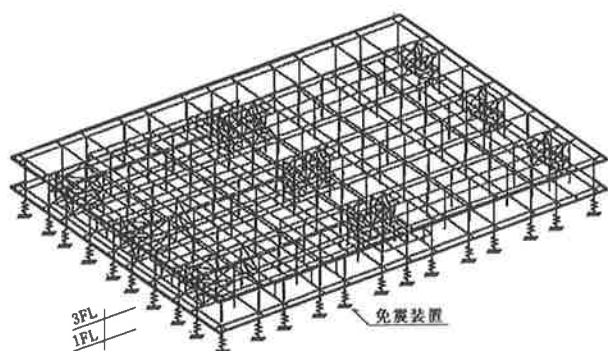


図-13 解析モデル図

1) 2階床偏在によるねじれ振動の影響

立体振動解析の結果は、免震層において静的解析から算出される回転角より大きな値となったが、十分小さな値であり、最大応答変位も質点解析とほぼ同等であった。また、1階床上部構造は並進運動であり、ねじれ振動を増幅させる過大な影響は見られなかった。

2) 上下動入力位相差を考慮した、水平・上下同時入力によるねじれ振動の影響

上下動入力位相差を考慮した立体振動解析の結果は、上記の結果とほぼ同等であり、免震層上部1階床水平剛性により入力位相差の過大な影響は見られなかった。

3) 免震層重量偏心によるねじれ振動の影響

強制的に重心位置を移動するように節点重量を変化させたモデルでの振動解析の結果は、免震層

では偏心による影響は見られたものの、上部構造には過大な影響は見られなかった。

したがって、本建物の上部構造は、十分な回転剛性を有しており、免震層においても過大なねじれ振動の影響も確認されず、ほぼ並進運動をすることから、耐震性能上安全であると判断する。

6. まとめ

本建物は、各地震動レベルに対し建物の耐震性能目標を満足しており、耐震上十分安全な建物となっている。また、安全余裕度検討レベルで免震装置の耐震性能目標を従来より高く設定（安全余裕度検討レベルで免震層の最大水平変位60cm：せん断ひずみ300%）しており、建物周辺のクリアランス60cmを確保している事を考え合わせると、免震装置の耐震性能を十分確保していると判断できる。

本建物には従来採用されている鉛プラグ入り積層ゴム支承と直動転がりローラー支承に加え、さらに耐震性能を上げるべく、オイルダンパーを併用したものである。地震入力によるエネルギーは、ほぼ鉛プラグの履歴減衰による内部エネルギーで消費しているが、オイルダンパー等の速度に依存する粘性系ダンパーは、免震装置の長周期化に対し、周期特性を変えずに免震層の最大応答水平変位を抑制するものである。この事は、同時に強風時の外乱による居住性の確保及び地盤特性による免震装置のさらなる長周期化に伴う最大応答変位の制御に効果があると考えられる。

また、本建物は、上部構造の水平剛性を9カ所の耐震コアに集約しているため、その直下の支承部材には引張力が作用する。引張力に対しては、機械式の直動転がりローラーにより抵抗し、さらに直動転がりローラー支承は摩擦係数が低いため、免震層の長周期化を可能としている。

千葉市立郷土博物館耐震改修工事

織本匠構造設計研究所
山竹 美尚



1. はじめに

今回は城郭形状をした建物の免震レトロフィットの現場を訪問しました。以前に本願寺帯広別院本堂の改修工事をご紹介しましたが、このような特殊な形状の免震改修は珍しく、期待を持って出かけました。

現場で説明、案内をして下さった方々は、桑田建築設計事務所の佐久間主任、構建設計研究所の田代主任、東京建築研究所の中川主任、大成建設の野口副部長さんでした。

2. 建物概要

本建物は、千葉都市モノレール県庁前駅から徒歩10分程度の高台に立ち、駅を下りると見えてきます。外観は、4層のお城の形をしています。昭和42年4月に竣工した鉄骨鉄筋コンクリート造の建物です。

所在地：千葉市中央区亥鼻1丁目6番1号
用途：博物館

建物概要：建築面積 823.75㎡ (収蔵庫含む)
延床面積 2416.29㎡ (収蔵庫含む)
階数 地上5階
軒高 26.60m
最高高さ 30.42m
構造 鉄骨鉄筋コンクリート造
基礎 杭基礎

発注者：千葉市立郷土博物館

設計・監理：財団法人 千葉市都市整備公社建築課

株式会社 桑田建築設計事務所

協力 株式会社 構建設計研究所

株式会社 東京建築研究所

施工者：(建築)大成建設株式会社千葉支店

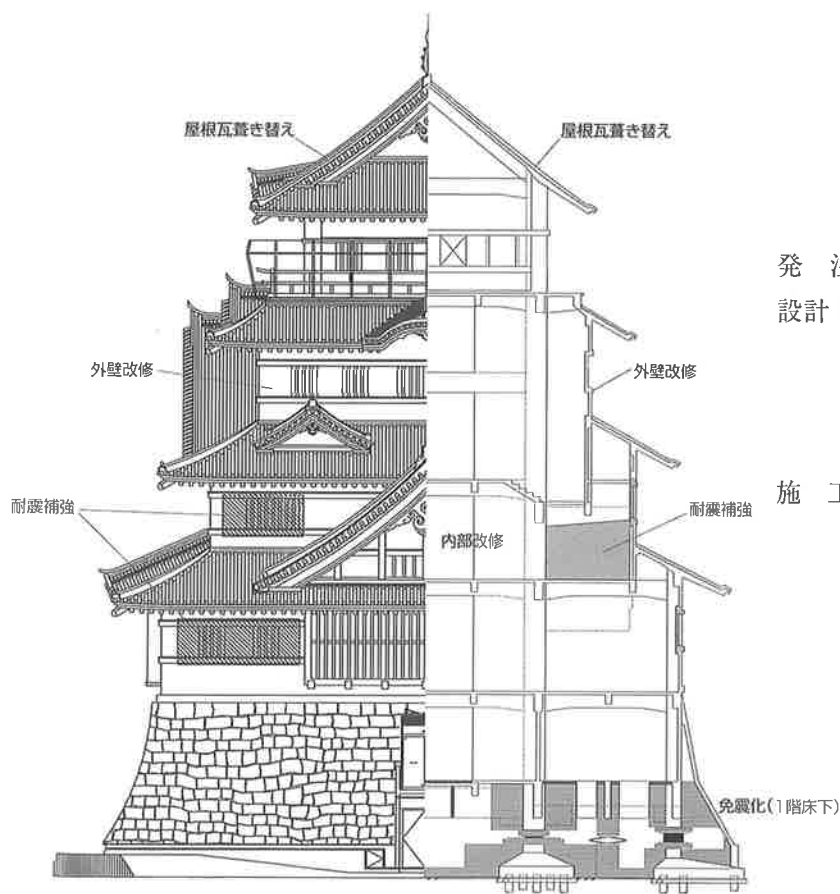


図-1 平面図及び断面図

3. 改修計画概要

改修計画には、耐震改修とともに内外部改修が計画され、屋根瓦を土葺きから引掛け棧瓦葺きへ、外壁塗替え、スロープ新設、内装の改修、設備工事の改修などの工事が計画されました。

本建物の4階にはプラネタリウムがあり、市民に親しまれてきました。「育まれた歴史をつなぎ大地震がきても安全な建物に生まれ変わる」をモットーに耐震診断を行い、耐震性の不足に対して耐震要素の追加配置、免震構造など種々の方法について検討が行われました。

外観を変えず、プラネタリウム、博物館等の機能を保持するという条件から、免震化と上部構造の必要な箇所に耐震壁を設けることに決まりました。

4. 免震化

城の外観に見える石垣の中が、地上1階であり、1階床下の柱を切断して免震部材を挿入し、免震化を図ろうとするものであり、免震層も石垣の内部に含まれるため、地上からわずか上がった石垣の裾部分で上部構造と切り離れています。免震化工事は、地上部分から行えるといった利点も免震レトロフィット採用の一要因にもなったようです。

免震部材は3種類の部材により構成されています。天然ゴム系積層ゴム支承とともに弾性滑り支承を用いることにより、大地震時の免震層の剛性を低くして長周期化を図り、鋼棒ダンパーを併用することで安定した減衰機能を保持し、建物への入力地震動を減少させ、揺れを最小限に抑える計画となっています。



写真-1 天然ゴム系積層ゴム支承

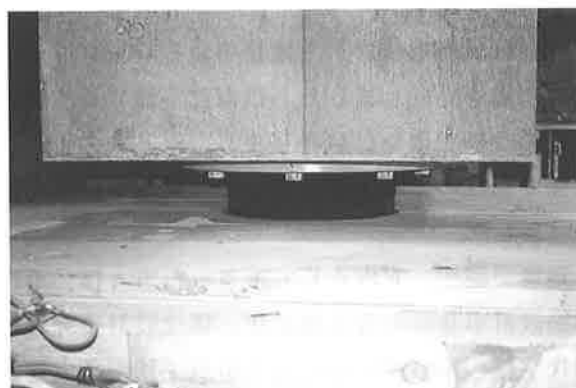


写真-2 弾性滑り支承

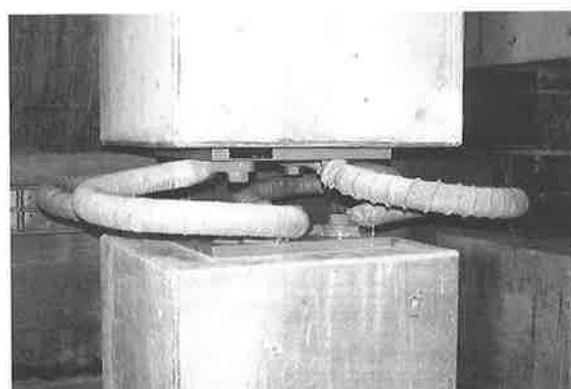


写真-3 鋼棒ダンパー

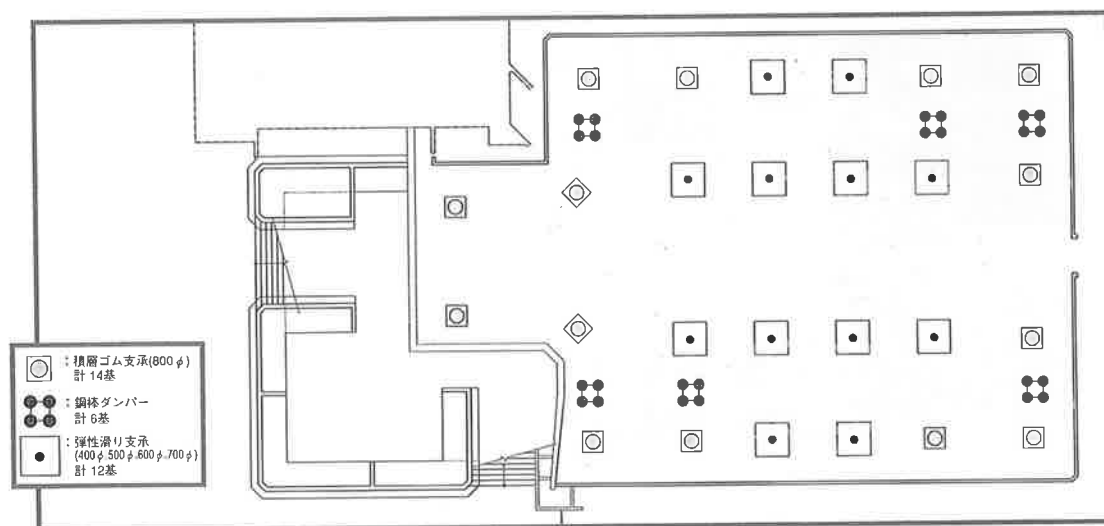


図-2 免震部材の配置

5. 地震応答結果

設計には以下に示す既往の観測波3波と敷地周辺の影響を考慮した模擬地震波2波の地震動を用いています。

既往観測波 EL CENTRO NS
TAFT EW
HACHINOHE NS

模擬地震波 工学的基盤から表層まで増幅させた
MOGI-1(BCJ-L2)

MOGI-2(関東地震を想定した地震動)

極めて稀に発生する地震動(50cm/s相当)レベルで本建物に対して影響が大きかった地震波応答結果を示します。加速度については、稀に発生する地震動(25cm/s相当)の解析結果も示します。

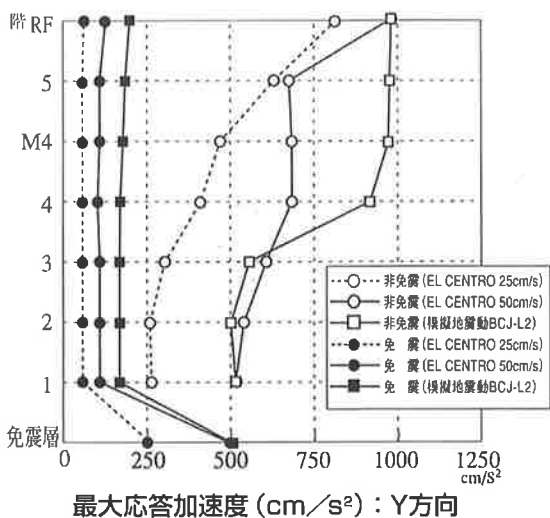
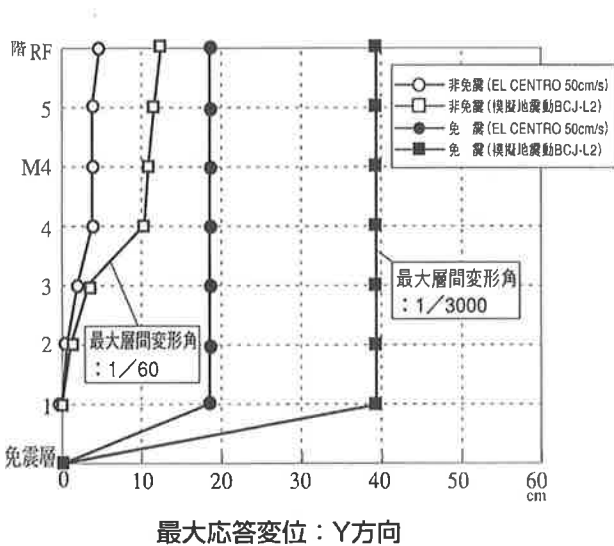


図-3 地震応答結果図

6. 施工計画

免震層の施工手順を示します。

STEP-1: 山留め親杭打設、床下掘削

- ①土間コンクリート撤去
- ②山留め親杭の打設
- ③1階床下を基礎底まで掘削

STEP-2: 補強躯体の構築

- ④耐圧版の構築
- ⑤免震部材下部補強躯体の構築
- ⑥擁壁の構築
- ⑦免震部材上部補強躯体の構築
- ⑧補強基礎梁の構築
- ⑨エキスパンションジョイント周り躯体の構築
- ⑩サポートジャッキの挿入
- ⑪柱切断

STEP-3: 免震部材の挿入

- ⑫免震部材上下架台の構築、免震部材の挿入

STEP-4: 外周部の仕上げ

- ⑬外壁(石垣部の切断)
- ⑭サポートジャッキ撤去
- ⑮土間コンクリートの補修

7. おわりに

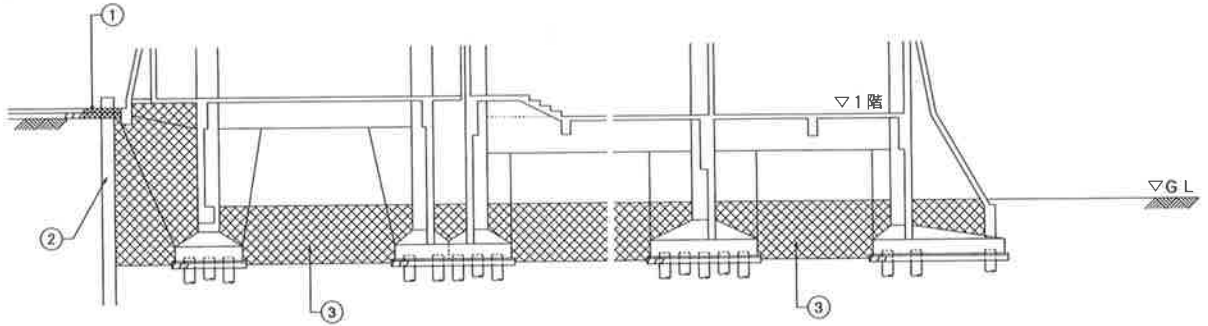
瓦の葺き替え、外壁塗り替えの難工事もほぼ終わり、外足場もわずかに残る程度で、白壁の天守閣がまばゆい程にそびえ立っています。外部からは、免震化したことがわからないくらいで、耐震改修工事も目的を達成して終わろうとしています。来年から再び市民の博物館、プラネタリウムとして賑わうことと思います。

最後になりましたが、お忙しいところ、貴重なお話を聞かせて下さいました設計者、施工者の方々に厚くお礼申し上げます。

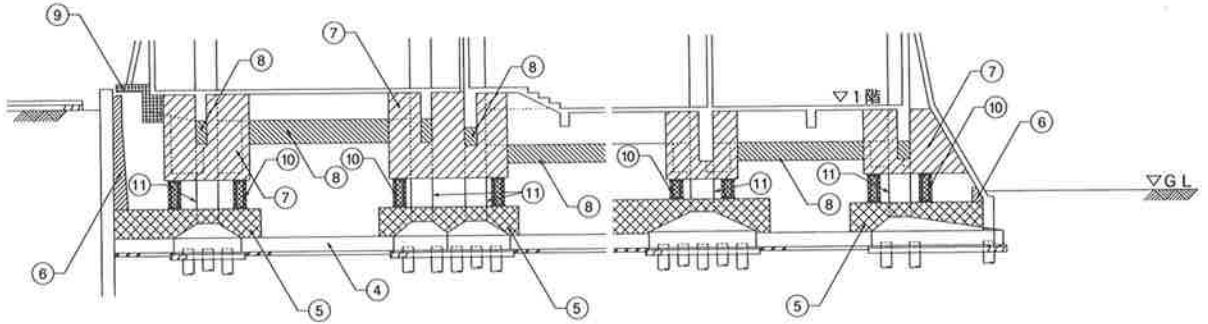
参考文献

パンフレット「千葉市立郷土博物館改修工事」
財団法人 千葉市都市整備公社

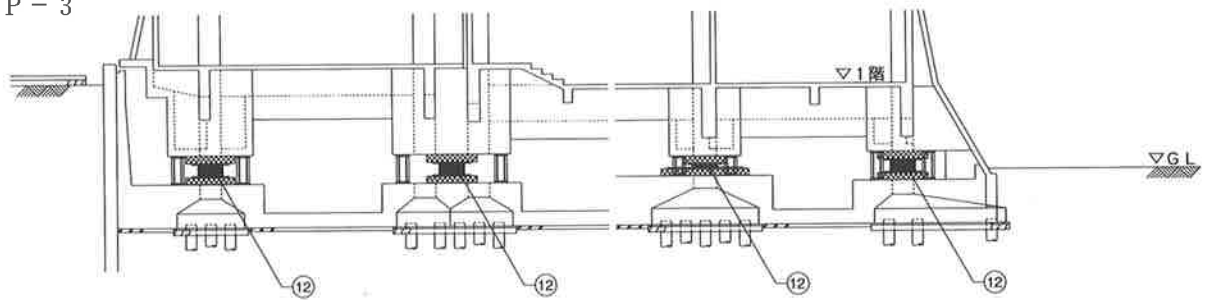
STEP - 1



STEP - 2



STEP - 3



STEP - 4

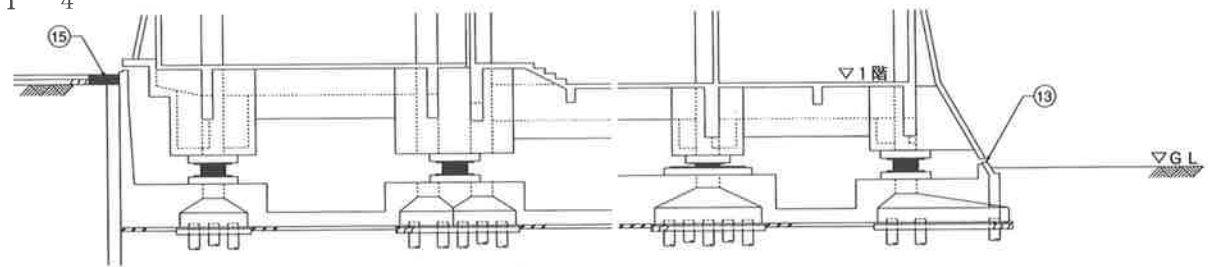


図-4 施工手順図



写真-4 全景

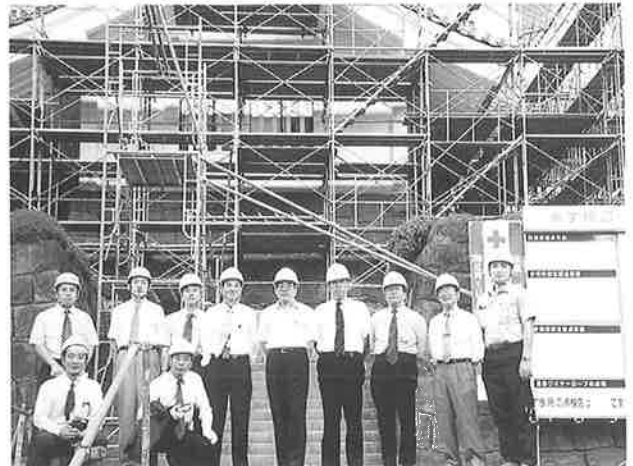


写真-5 集合写真

小田栄 e アンドスポーツ

山下設計
酒井和成



1. はじめに

川崎駅から首都高速横羽線の浜川崎に向かう、市電通りに面した一角にある街区は、4年前まで昭和電線電纜株式会社の工場群が立ち並ぶ、工業地域のたたずまいを見せていました。現在この地は、ショッピングセンター、大型スポーツショップ、飲食店などの商業施設ゾーンとして、市民生活に密着した賑わいの街へと、急速に変身を遂げつつあります。このゾーン内に、事務所棟として昭和電線電纜株式会社の事務所（評価番号BCJ基評-IB0004）があります。建物外観を写真-1に示します。

性能評価は建築基準法改定直後に申請され、建物は現在竣工しています。建物には5種類の免震装置が使用され、地震観測システムも設置しています。今回は、須賀川委員長及び出版部会のメンバーが訪問し、建物のオーナーである昭和電線不動産の齋藤所長、松田平田設計の国井部長・伊藤副主任、鹿島建設の丸山構造担当に案内して頂きました。

2. 建築計画概要

本施設は、大型スポーツショップと2つの飲食店舗及び駐車場から構成される商業棟と、昭和電線電纜株式会社の事務所棟とを、建築基準法上一棟扱いとして計画しています。

計画にあたり、次の3つのコンセプトを掲げています。

- ① 利用者がアクセスしやすく、店舗間の相互利

用のはかりやすい店舗棟の構成。

- ② 安全性・機能性に優れた眺めの良いオフィスの実現。
- ③ 緑と建物群のバランスした川崎の新しい街並み景観の創出。



写真-1 建物外観

3. 建物概要

本建物は、地上6階・塔屋1階のプレキャストP C造の建物であり、1階床下に免震装置を配置した免震建物です。

建物用途は、1階を事務所用エントランスホール及び事務所、2階～6階を事務所としています。

基準階の平面は、長辺方向（X方向）6.5m×4スパン、短辺方向（Y方向）11.0m、8.5mスパンで、各層同様な長方形の形状を呈しています。

図-1に基準階平面図、図-2に立面図を示し、下記に事務所（免震棟）の建物概要を示します。

建物名称	小田栄eアンドスポーツ
建築場所	神奈川県川崎市川崎区小田栄2丁目
用途	事務所（免震棟）、商業施設
建物概要	敷地面積 10,567.79m ²
	建築面積 731.50m ²
	延床面積 3,350.65m ²
階数	地上6階塔屋1階
高さ	25.0m
基準階階高	1階 4.5m
	2～6階 4.0m
構造	プレキャストP C造
基礎	杭基礎 (場所打ちコンクリート杭)
建築主	昭和電線不動産株式会社
設計	株式会社 松田平田設計 鹿島建設横浜支店
建築工事施工者	鹿島建設・大林組・鴻池組JV
監理	株式会社 松田平田設計 鹿島建設横浜支店 昭和電線不動産(株)一級建築士事務所

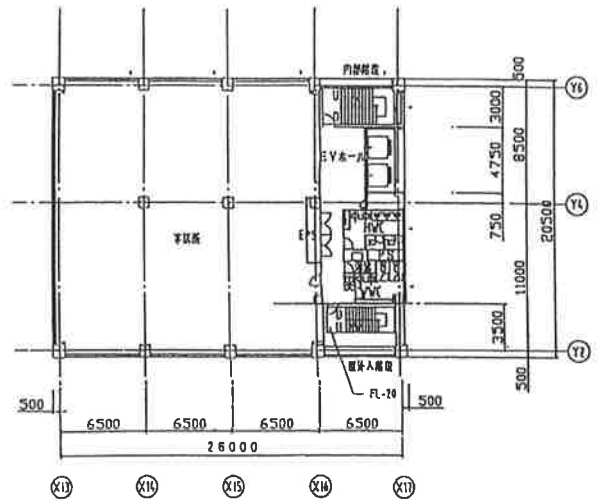


図-1 基準階平面図

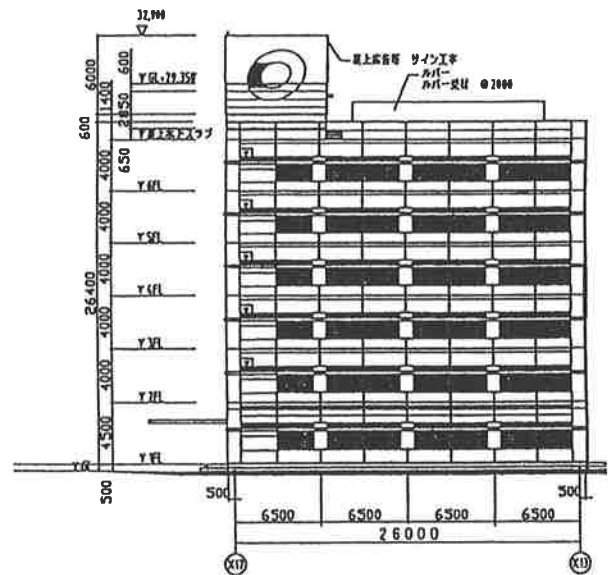


図-2 立面図

4. 構造計画概要

本建物の架構形式は、X、Y両方向ともにラーメン構造で、架構を構成する柱、梁部材はプレキャストP C造、床は現場打鉄筋コンクリート造としています。また、X13、X17通りは、免震装置の引き抜きの影響を考慮してY4通りに柱を設けず、20.5mスパンとしています。

基礎形式は、杭基礎（拡底アースドリル工法）とし、GL-37.65m以深の泥岩層を支持層としています。

免震装置は、上部構造と基礎との間に天然ゴム系積層ゴムアイソレータ（以下、積層ゴム）11台、弾性すべり支承2台、鉛ダンパー2台、鋼製ダンパー2台、オイルダンパー4台の計5種類の免震装置を設置しています。表-1に各免震装置の諸元、図-3に免震装置の配置を示します。

積層ゴムは90φを使用し、面圧は長期で4.23~7.00N/mm²、短期で6.74~8.67N/mm²で設計しています。弾性すべり支承は800φを軸力の変動の小さい中柱に配置し、設計面圧は13.1N/mm²で摩擦係数0.11のものを使用しています。

表-1 各免震装置の諸元

積層ゴム (11台)	外径(cm)	90	
	ゴム層(cm)×層数	0.68×26	
	1次形状係数	31.4	
	2次形状係数	5.1	
	水平剛性	1.23×10 ⁴ (N/cm)	
鋼製ダンパー (2台)	せん断弾性係数	0.343(N/mm ²)	
	外径(cm)	75	
	初期剛性	7.85×10 ⁴ (N/cm)	
	降伏荷重	267.5(kN)	
鉛ダンパー (2台)	2次剛性	0.21×10 ⁴ (N/cm)	
	外径(cm)	18.0(中央部)	
	初期剛性	11.8×10 ⁴ (N/cm)	
滑り支承 (2台)	降伏荷重	98(kN)	
	滑り板	材質	充填材入りPTFE
		直径(cm)	65
		設計面圧	13.1(N/mm ²)
		摩擦係数	0.11(面圧:13.1N/mm ²)
	相手盤	材質	SUS304
		サイズ(cm)	155×155
	弾性パッド	材質	天然ゴム
		直径(cm)	80
		数	0.784(N/mm ²)
オイルダンパー (4台)	2次形状係数	33	
	ストローク	±65(cm)	
	初期減衰係数C1	1.27(MN・s/m)	
	リリース荷重	883(kN)	
	リリース後減衰係数C2	0.193(MN・s/m)	
許容最大減衰力	980(kN)		

5. 構造設計概要

本建物の耐震性能は、3つのレベルの地震動を想定し、表-2に示す目標耐震性に基づき上部構造・免震装置・下部構造について設計を行っています。

地震応答解析モデルは、免震層下部を固定とした7質点等価せん断型モデルとし、上部構造は、PC部材の剛性低下を考慮し、履歴特性を非線形弾性としたTri-linear、免震装置は、積層ゴム+鉛ダ

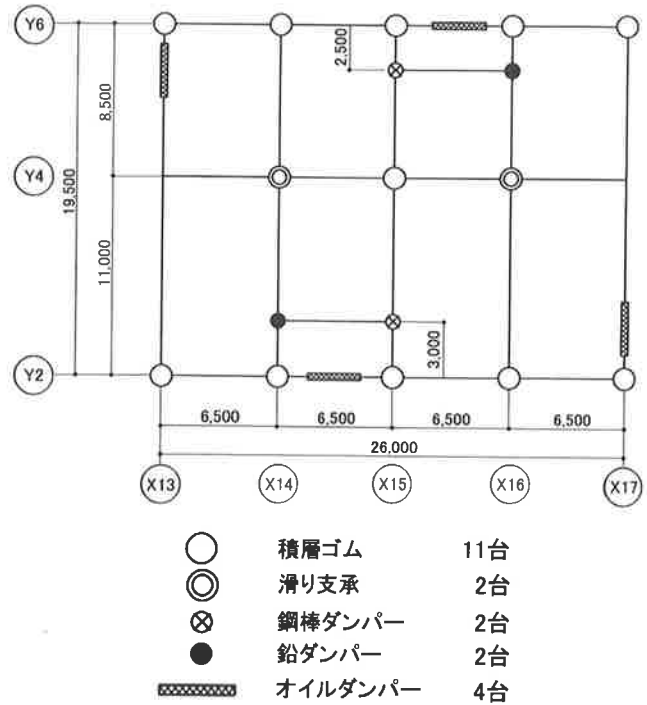


図-3 免震装置の配置図

ンパー+鋼製ダンパーをTri-linear、弾性すべり支承をBi-linear、オイルダンパーをダッシュポットとしてモデル化しています。

また、各免震装置の台数が少ないことから、各免震装置の製品ばらつきの影響を考慮したねじれの応答解析を行い、影響が小さいことを確認しています。

上部構造の一次固有周期は、X方向0.66秒、Y方向0.75秒であり、略算値0.50秒に対して、プレキャストPC構造の特徴でもありますが幾分長めとなっています。免震構造の一次固有周期は、レベル2相当地震時の変形25cm(γ=141%)に対して3.0秒程度です。

採用地震波は、実地震動記録波形3波、臨海波の基盤波を用いて計画地の地盤特性を考慮した模擬地震動波形1波を採用しています。表-3に採用地震波及び最大入力加速度・速度を示します。設計用の入力地震動レベルは、稀に発生する地震動(レベル1)、極めて稀に発生する地震動(レベル2)とし、建物の安全余裕度の検討として、余裕度検討レベルを設定しています。

表-4にレベル1、レベル2の地震応答解析結果を示します。各レベルにおいて、上部構造・免震装置・下部構造は表-2に示した耐震性能目標を満足しています。

表-2 目標耐震性能

	荷重・地動	上部構造				免震装置	下部構造
静的	長期	・部材接合部に曲げ引張り応力を発生させない ・梁中央部は曲げ許容引張応力度以下 ・部材の終局耐力 $\geq 1.7(G+P)+M2(Q2)$ かつ $1.2G+2.0P+M2(Q2)$ ※ 1)				—	許容応力度以内
	短期	ベースシアー係数	層間変形角	PC梁(塑性率) ※ 3)	1階PC柱脚(塑性率)	—	許容応力度以内
		CB=0.180 ※ 2)	1/200以下	—	—		
		CB=0.216 ※ 2)	—	1.0 以下	1.0 未満		
	CB=0.270 ※ 2)	1/100以下	1.5以下	1.0以下			
動的		最大層間変形角		応答層せん断力		—	許容応力度以内
	レベル 1	1/400 以下		層のひび割れ耐力以内 ※ 4)			
	レベル 2	1/200以下		層の弾性限耐力以内 ※ 5)			
	余裕度検討	1/100以下		層の弾性限耐力以内 ※ 5)		・性能保証変形=300%) 以内	許容応力度以内

- ※ 1) G:固定荷重による応力、P:積載荷重による応力、M2、Q2:プレストレスによる不確定応力。
 ※ 2) CB=0.18は設計用せん断力、その1.5倍のCB=0.270を終局強度設計用せん断力、およびCB=0.216は終局強度設計用せん断力の80%とし、層せん断力分布はA i分布とする。
 ※ 3) 塑性率： $\mu = \theta / \theta_y$ (θ :部材の曲げ回転角, θ_y :部材の曲げ降伏回転角)
 ※ 4) 非線形漸増荷重解析による各層の第一折れ点を層のひび割れ耐力、第二折れ点を層の降伏耐力とする。
 ※ 5) 層の弾性限耐力：非線形漸増荷重解析において、或る1部材が最初に曲げ終局耐力に達した時点における抵
 ※ 6) 地盤変形を考慮した杭の検討については、レベル1：許容応力度内、レベル2：終局耐力内にて検討。

表-3 採用地震及び最大化速度・速度

採用地震波 最大速度・最大加速度 (cm/s) (cm/s ²)	地震波		EL CENTRO 1940 NS	TAFT 1952 EW	HACHINOHE 1968 EW	RINKAI'92
	レベル 1	最大加速度		255	248	128
最大速度			25	25	25	34
最大加速度			511	497	255	225
最大速度			50	50	50	59

表-4 応答解析結果

		地震波		EL CENTRO 1940 NS	TAFT 1952 EW	HACHINO HE 1968 EW	RINKAI'92
免震装置	最大相対変位 (cm)	レベル 1	長辺方向	6.9	7.7	11.2	13.1
			短辺方向	7.0	7.8	11.3	12.9
		レベル 2	長辺方向	18.3	19.9	19.7	33.6
			短辺方向	18.3	19.8	19.4	33.4
	最大せん断力 係数	レベル 1	長辺方向	0.065	0.069	0.079	0.091
			短辺方向	0.067	0.069	0.080	0.090
		レベル 2	長辺方向	0.130	0.134	0.142	0.199
			短辺方向	0.133	0.134	0.142	0.198
上部構造	最上階 (R階) 最大絶対 加速度 (cm/s ²)	レベル 1	長辺方向	78	125	111	136
			短辺方向	100	139	108	136
		レベル 2	長辺方向	181	226	202	213
			短辺方向	199	274	191	251
	最下階最大 せん断力係数	レベル 1	長辺方向	0.064	0.073	0.081	0.096
			短辺方向	0.070	0.076	0.082	0.097
		レベル 2	長辺方向	0.134	0.132	0.144	0.203
			短辺方向	0.129	0.136	0.143	0.209
	最大層間変形角	レベル 1	長辺方向	1/1877(2F)	1/1486(2F)	1/1486(2F)	1/1215(2F)
			短辺方向	1/1242(2F)	1/1092(3F)	1/1136(2F)	1/932(2F)
		レベル 2	長辺方向	1/883(2F)	1/810(2F)	1/826(2F)	1/391(1F)
			短辺方向	1/669(2F)	1/574(3F)	1/654(2F)	1/309(1F)

6. 見学記

1階床下の免震層と建物外周を見学しながら、説明して頂きました。ここでは写真を用いてその様子を説明します。

写真-2は鉛ダンパーと積層ゴム、写真-3はオイルダンパーの設置状況です。写真-4は地震観測装置で、写真-5のような加速度ピックアップ装置が免震層床、1階床、6階床に設置されています。地震観測システムの概要を図-4に示します。最近システムの継続的なメンテナンスを考えると、設置を敬遠されがちですが、本建物では、免震装置の維持管理の一貫として設置されています。

写真-6 エントランスの犬走りの様子です。一見して免震建物と分かるディテールが採用されています。

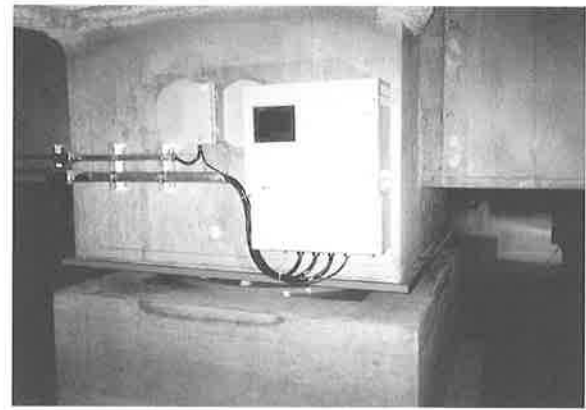


写真-4 地震観測装置

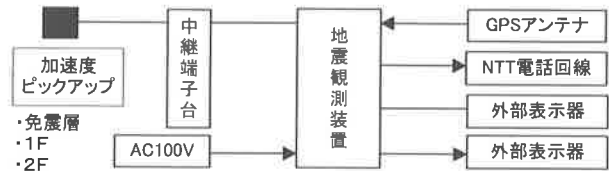


図-4 地震観測システムの概要



写真-2 鉛ダンパーと積層ゴム



写真-5 加速度ピックアップ装置

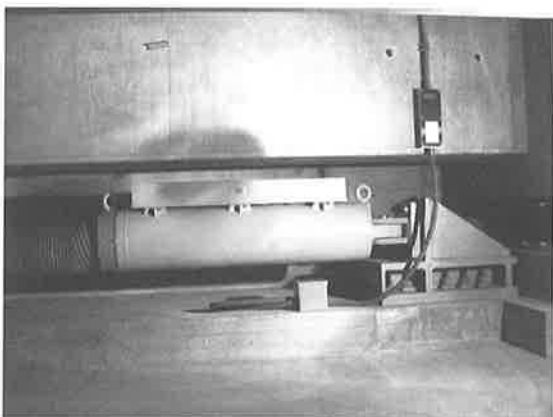


写真-3 オイルダンパー



写真-6 エントランスの犬走り



写真一七 国井氏（後列右から2人目）、伊藤氏（前列右）、丸山氏（後列右）及び訪問メンバー

7. 訪問談義

見学しながらの質疑や談義の一部を以下に示します。

Q：当初から免震建物で計画していたのですか。

A：当初、耐震構造で計画していましたが、免震装置を製作しているメーカーの本社ビルであるため、免震構造に計画を変更しました。

Q：申請が建築基準法改定時期と重なり、設計工程への影響はありましたか。

A：平成12年6月に性能評価の申請を行い、大臣認定を取得したのが10月で、5ヶ月の期間を要しました。

Q：工事工程への影響は、どうでしたか。

A：免震装置より下の基礎を先行して、工事に着手しました。免震装置設置及び上部部構造は、認定取得後6ヶ月で施工し、竣工予定の平成13年4月末に、なんとか間に合いました。

Q：竣工後、地震観測システムで計測された地震がありましたか。

A：震度1程度の地震がありましたが、計測されていません。（訪問後、15gal程度の地震が観測され、1階床で7galと半分以下になっていたとのことです。）

8. おわりに

基準法改定直後は、免震構造の設計についても多少評価や手続きに手間取りましたが、免震構造の採用は着実に増えているようで、改定後すでに200件程度の申請がされているようです。

小田栄eアンドスポーツ内にある、昭和電線電纜株式会社の当該建物は、5種類の免震装置と地震観測システムを設置しており、主要な免震装置をすべて見ることができます。また、見学者が階段で免震層に無理なく降りられ、免震層の床を一部下げて、見学しやすいように配慮がされています。社員教育等に、ぜひお越しく下さいとのことでした。

最後に、お忙しい中、貴重なお話を聞かせて頂きました。昭和電線不動産の齋藤所長、松田平田設計の国井部長・伊藤副主任、鹿島建設の丸山構造担当ならびに関係者の方々に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 免震構造性能評価委員会「(仮称) スポーツモール川崎店別表資料」、株式会社松田平田設計・鹿島建設横浜支店

免震鋼棒ダンパーの特性と簡易損傷評価法

巴コーポレーション
玉松健一郎



同
土師利昭



同
岡本哲美



同
大家貴徳



1. はじめに

鋼棒ダンパーは、鉛ダンパーと共に免震建物に用いられる最も普及したダンパーとして知られている。本稿では弊社の鋼棒ダンパー（建設大臣認定番号 建設省 東 住指発第792号）の特性と損傷評価の簡易な方法について概要を紹介する。

鋼棒ダンパーは積層ゴム支承と併用されるが、大きな減衰性能を有することだけでなく、配置が自由にできるので免震層の偏心調整が容易になるため、不整形建物や増築にも柔軟に対応できることが大きな特長である。また取替え工事も容易であり、後述するような簡易な損傷評価法による結果を目安にして取替え判断することも出来る。

2. 1 形状寸法

鋼棒ダンパー（以下TSDと略称する）には鋼棒直径が70mmと90mmのタイプがあるが、それぞれに一重ベースタイプ（TSD φ70R265、TSD φ90R365）と二重ベースタイプ（TSD φ70R265W、TSD φ90R365W）がある。二重ベースタイプは取替え工事の容易性を重視したものであり、性能は一重ベースタイプと変わらない。図-2.1および表-2.1にφ90の形状寸法等を示す。

TSDの特徴として、①リング（リング状に加工した鋼棒）の両端部の成形法に型鍛造法を採用している、②リング両端部共に固定ピースを設けて回転をある程度拘束していることが挙げられる。①の型鍛造法は、ボルト孔あけ時の断面欠損を最小限に抑えると同時に、孔周辺部における金属組織の連続性を保つことに寄与する（写真-2.1参照）。②のリング両端部の拘束は、大振幅繰返し変位を経験した時の反り上がり変形の残留を少なくし、

2. 鋼棒ダンパー(TSD)の形態的特徴⁵⁾

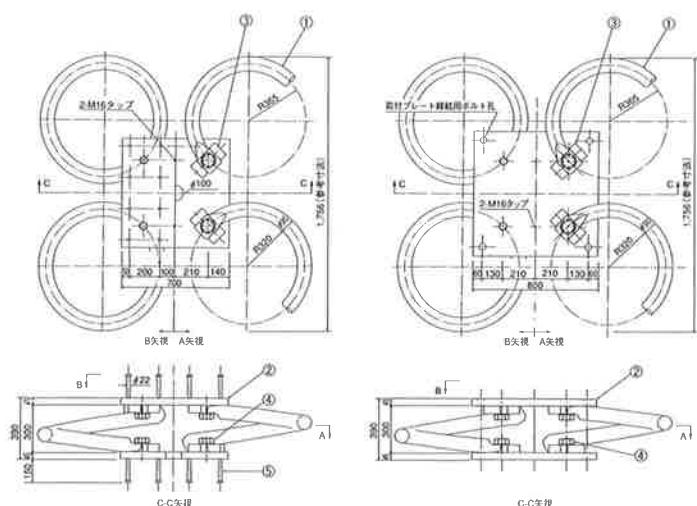


図-2.1a TSD φ90R365

図-2.1b TSD φ90R365W

表-2.1 各部名称・材質（TSD φ90）

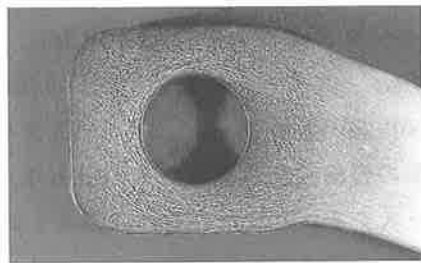
No	部位	材質 (JIS)
①	リング φ90	SCM415H (G4052)
②	ベースプレート	SM490A (G3106)
③	固定ピース	SM490A (G3106)
④	ボルト M48 ワッシャー	F10T 相当 (B1180) SS400 (B1256)
⑤	スタッド φ22x150 (TSD φ90R365のみ)	SWRCH16A (B1198)

隣接リングとの相互干渉を抑制するので、大振幅変位に対しても滑らかに変形する（写真-2.2参照）。

3. 鋼棒ダンパー(TSD)の性能^{2)、3)、5)}

3.1 履歴特性

図-3.1に例としてTSD φ90R365の変位漸増履歴曲線を示す。図-3.2は方向性を確認するために、各変位振幅時の方向（A、B方向）別吸収エネルギー量を重ねて表したものである。これらより、TSDの履歴特性はバイリニア型に近い荷重～変位関係を有し、また方向性は実用上ないものとして取り扱えることが分かる。



（*協力事業会社 第一カーボン株式会社）

写真-2.1 リング端部マクロエッチング写真

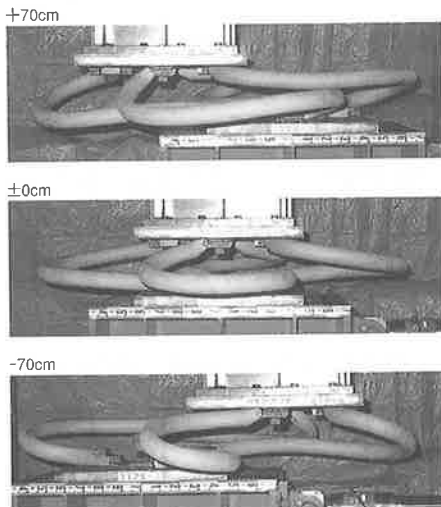


写真-2.2 TSD φ90R365変形状況写真（A方向）

表-3.1 基本性能の基準値

		TSD φ70R265	TSD φ90R365
		TSD φ70R265W	TSD φ90R365W
形状寸法 および 寸法精度	鋼棒直径 mm	70±1	90±1.5
	高さ mm	240±5	300±5
	リング内径 mm	460±5	640±7.5
水平性能	一次剛性 kN/m	7845	9316
	二次剛性 kN/m	255	255
	降伏荷重 kN	265	392
限界性能	限界変形 mm	550	700

3.2 基本性能の基準値と留意点

国土交通大臣（平成12年までは建設大臣）の認定を取得するためには、建築基準法第37条第二号および建設省告示第2010号の規定に基づき、製品の基本性能の基準値を決めなければならないことになった。表-3.1が各TSDの基準値であるが、水平性能は、「実験による荷重～変位関係の初期勾配から一次剛性を、規定変位振幅（TSDの場合は±300mm）

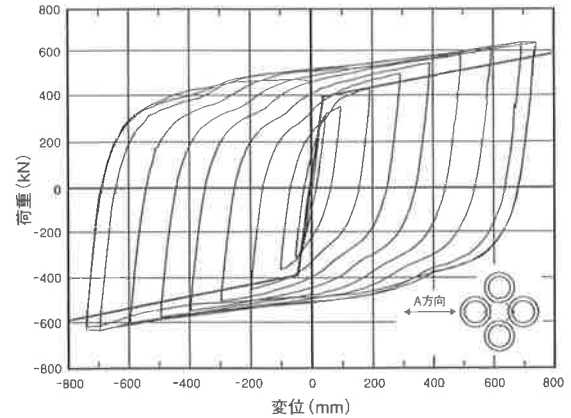


図-3.1a TSD φ90R365 A方向履歴曲線

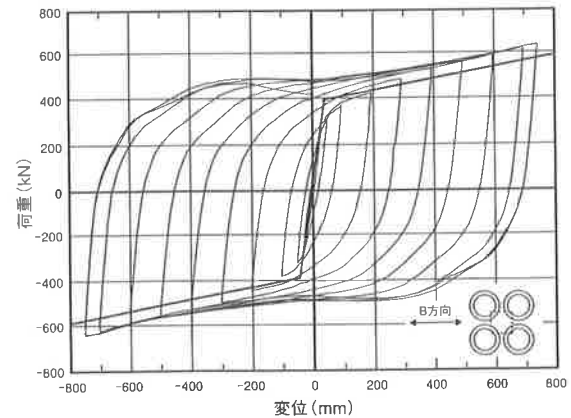


図-3.1b TSD φ90R365 B方向履歴曲線

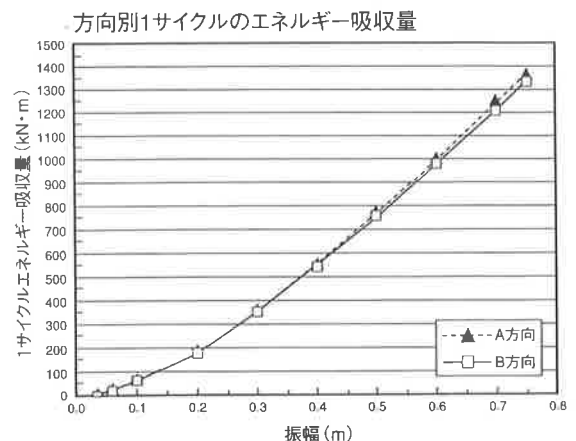


図-3.2 TSD φ90R365方向性

の履歴曲線における二次勾配から二次剛性を決め、同振幅における1サイクル吸収エネルギー実験値（履歴曲線の囲む面積）と等置して求まる、上記一次および二次剛性を有するバイリニアモデルの降伏荷重を基準値の降伏荷重」とした。また、限界変形は、「静的定変位振幅繰返し载荷試験において、破断までの繰返しサイクル数がφ70では5回以上、φ90では8回以上となる変形」としている。

免震層を設計するためにはダンパーの水平性能を知る必要がある。鋼製のダンパーの場合には振幅依存性を考慮する必要があるが、表-3.1の水平性能の基準値は規定変位振幅±300mmにおけるバイリニアモデルの数値であるので、免震設計において重視する応答変位との差が大幅に異なると、適切でなくなる場合があると思われる。参考までに、規定変位振幅以外での水平性能の値を表-3.2に示す。

なお、速度や温度に対する依存性については実用範囲において、鋼材の特性上極僅かである。

3.3 エネルギー吸収性能

前述したように鋼製のダンパーは振幅依存性がある。TSDのエネルギー吸収性能について、振幅との関係で整理したものが図-3.3および図-3.4である。

図-3.3は定変位振幅繰返し試験において、3サイクル目の吸収エネルギー量に対する30サイクル目以降の吸収能力低下の傾向を見たものである。振幅±20cmについて見ると、吸収量の低下が80%に達するのはφ70では30サイクル程度以上、φ90では90サイクル程度以上となっており、急激な劣化を起こすことはない。

図-3.4はリング破断直前までの総吸収エネルギー量と振幅の関係を示したものである。変位振幅が

表-3.2 規定変位以外の水平性能参考値

TSD φ70R265/TSD φ70R265W						
振幅 mm	100	200	300	400	500	600
一次剛性 kN/m	7845					
二次剛性 kN/m	255					
降伏荷重 kN	196	250	265	275	304	314

TSD φ90R365/TSD φ90R365W						
振幅 mm	100	200	300	400	500	600
一次剛性 kN/m	9316					
二次剛性 kN/m	255					
降伏荷重 kN	275	365	392	431	451	500

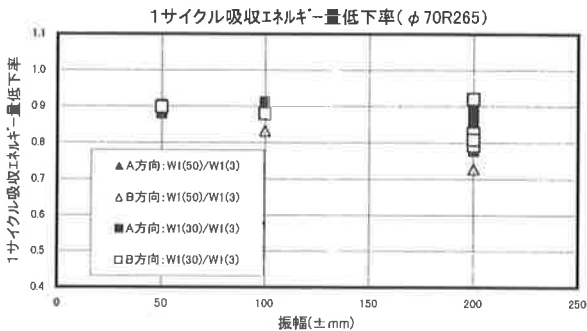


図-3.3a 1サイクル吸収エネルギー量低下率 (φ70)

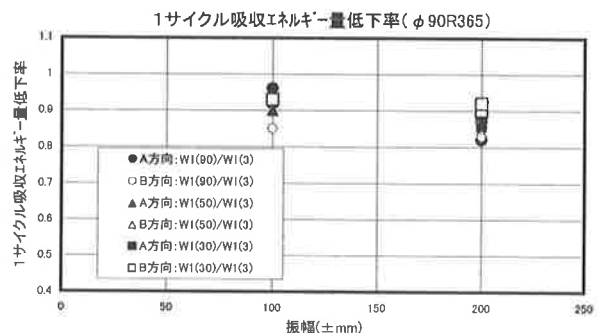


図-3.3b 1サイクル吸収エネルギー量低下率 (φ90)

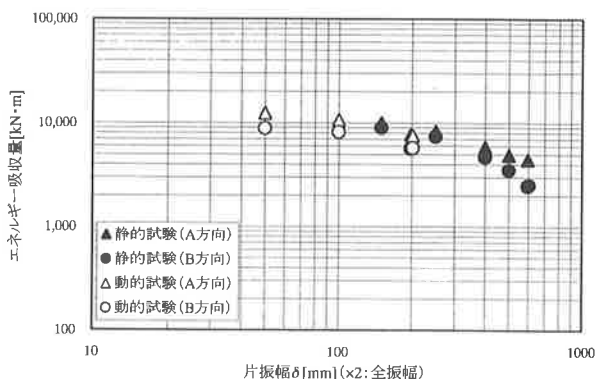


図-3.4a 総吸収エネルギー量～振幅関係 (φ70)

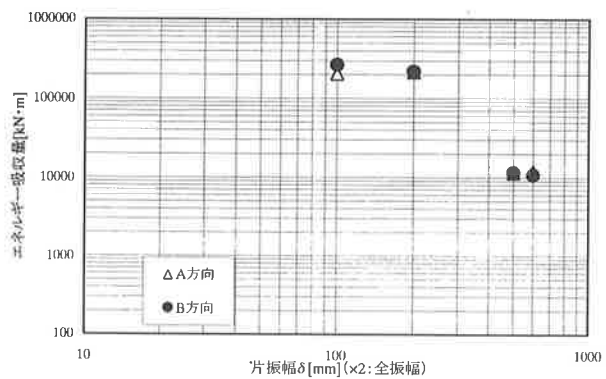


図-3.4b 総吸収エネルギー量～振幅関係 (φ90)

大きい程、総吸収エネルギー量は減少する傾向があるが、例えば振幅±20cmについて見ると、φ70では5000kN・m以上程度、φ90では100000kN・m以上程度となっている。これらの関係は、後述の簡易損傷評価においてダンパーのエネルギー吸収率算出の基本データとなる。

4. 鋼棒ダンパー(TSD)の大変形弾塑性解析^{1),4)}

4.1 連続体退化型梁要素による有限要素解析モデル

TSDの大変形時弾塑性挙動を追跡するために有限要素解析モデルを開発しており、製造管理値の検討や改良・開発における事前の性能予測に利用されている。大変形時の弾塑性挙動解析ではFEM解析法が有効であるが、汎用的なソリッド要素モデルでは、小変形から大変形に渡る繰返し履歴を追跡するには膨大な時間と労力が必要になるため、実用的ではない。この問題を解決するために開発されたのが連続体退化型チモシェンコ梁要素を用いた有限要素解析モデルである。モデルの詳細は

文献1)、4)に述べられているので、参照されたい。

大ひずみ領域にわたる鋼材の応力～ひずみ関係を規定するためには、リング材料であるSCM415Hの真応力～真ひずみ関係を知る必要がある。文献1)においては過去にデータが存在しなかったため、文献4)では単調引張とひずみ漸増繰返しの材料試験を実施してそれらを求め、骨格曲線と履歴曲線の構成則に反映させて有限要素モデルに適用した。

リングの両端部は完全固定ではなく、固定ピースとの間には若干の隙間があるのでリング端部側面が固定ピースに接触するまでは摩擦を伴う回転を生じる。リング部材の解析モデルにはこの特性を回転ばね要素として端部に組込んでいる。

4.2 解析結果

図-4.1に解析結果を実験結果と重ねて示す。解析結果(実線)はA方向、B方向共に、実験結果(破線)に対して荷重をやや低めに評価しているが、概ねよい対応をしており、簡便性を考えれば実用

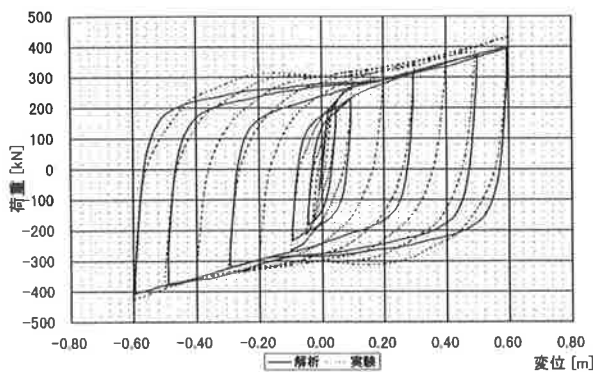


図-4.1a A方向履歴曲線の実験と解析比較

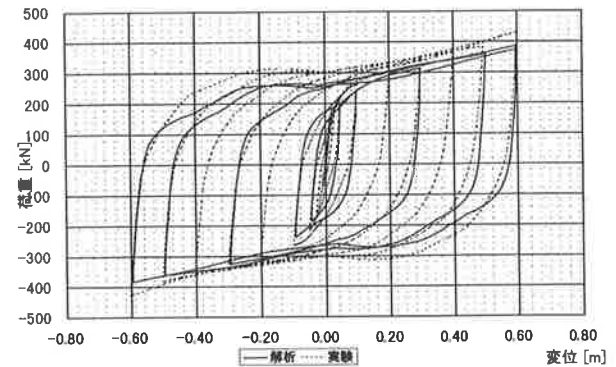


図-4.1b B方向履歴曲線の実験と解析比較

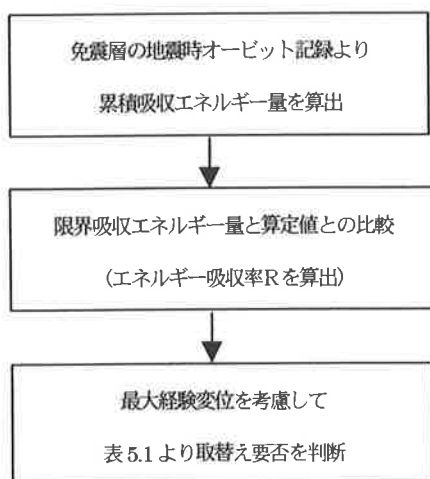


図-5.1 取替え要否判定のフロー

表-5.1 取替え要否判定表(例)

R \ δ _{max}	10cm 以下	~ 20cm	~ 30cm	~ 40cm	~ 50cm	50cm 超
1/4以下	○	○	○	○	△	×
1/4~1/2	○	○	○	△	△	×
1/2~2/3	△	△	△	△	×	×
2/3超	×	×	×	×	×	×

注1) δ_{max}: 地震における最大経験変位(オービット記録の原点からの最大寸法)

$$R : \text{エネルギー吸収率} = \Sigma \Delta W_s / W_{0s}$$

ΣΔW_s: オービット記録のループ最大変位値毎に算出した吸収エネルギー量の、同じ変位値についての和

W_{0s}: 定変位基調繰返し荷重試験から決定される上記最大変位値に対応する限界吸収エネルギー量

注2) ○…取替え不要

△…損傷状況に応じて取替え要否を判断

×…損傷状況を詳細調査の上、取替えの緊急性を判断

的なモデルといえる。

5. 簡易損傷評価法

5.1 鋼棒ダンパー損傷評価の基本的考え方

地震後に鋼棒ダンパーの損傷程度を評価し、取替え要否を判断するためには、ダンパーの損傷状態（エネルギー吸収度合）を把握する必要がある。その方法として、①損傷状況を目視確認する、②記録された地震動記録から解析的にダンパーが吸収したエネルギー量を算定する、などの方法が考えられる。しかし、①の方法は、膨大な数の鋼棒ダンパーの損傷状況を薄暗い免震層で目視確認することは、大変なことである。また、②の方法は、高価な地震計測システムが設置される建物は極僅かなので一般的ではない。そこで、地震時の免震層の相対変位履歴を記録する方法として、罫書き針方式の安価な変位記録装置があるので、それが設置されていることを前提とした鋼棒ダンパーの簡易損傷評価法を提案する。この方法ならば記録装置を回収して簡単に損傷状態を推定することができ、上記2つの方法における問題を解決できる。

上記のように何らかの方法でダンパーの吸収エネルギー量が算定されれば、実験的に確認された限界吸収エネルギー量との比較によりエネルギー吸収率が推定できるので、取替え判断が可能になる。(図-5.1、表-5.1参照)

5.2 吸収エネルギー量の簡略算定法

今、図-5.2のような免震層（TSDφ70R265使用を想定）の相対変位記録（オービット記録）があると、以下の要領で吸収エネルギー量を算出する。
①ダンパーの履歴特性は完全弾塑性モデルとし、水平一方向の履歴特性は直交方向とは独立、即ち降伏条件は正方形とする。実際の降伏曲線は正方形よりも内側にあると考えるのが妥当であろうが、以後の計算を簡単にするために簡略化する。
②直交2方向（南北と東西など）それぞれ独立に、オービット記録から読み取れるループの原点からの最大変位 δp を読み取る。この時、変位が正の領域では正側に凸になる位置を、変位が負の領域では負側に凸になる位置をループの正負の最大変位

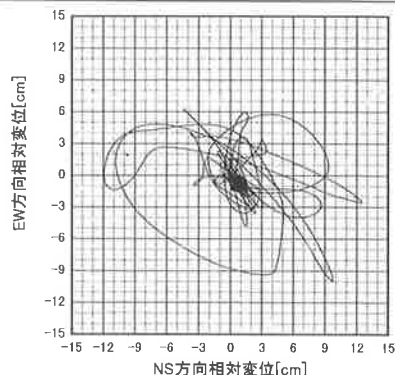


図-5.2 免震層のオービット記録(例)

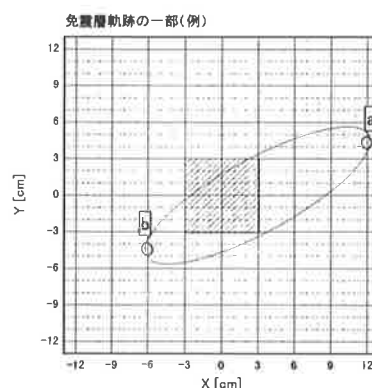


図-5.3 理想的な閉じたループ

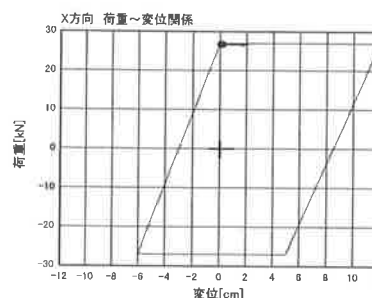


図-5.4 理想的な閉鎖ループの荷重～変形関係(X方向)

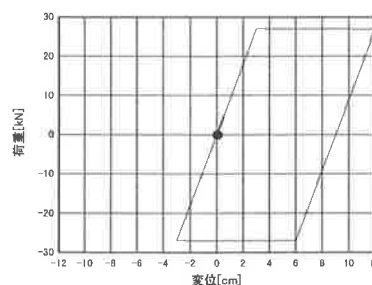


図-5.5 a点に対応する不完全ループの荷重～変形の仮定

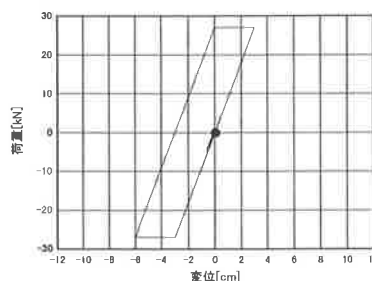


図-5.6 b点に対応する不完全ループの荷重～変形の仮定

とする。但し、降伏変位内（図-5.2では±3cmの内）にあるものは読み取りが困難であり、また弾性範囲として扱っても誤差は少ないので、吸収エネルギー算定上は無視する。

図-5.3のように、弾性範囲（同図では±3cm）を超えて、きれいに閉じたループではX方向の正負最大変位 δp がa点およびb点となり、ダンパーのX方向の荷重～変形関係は図-5.4のように閉じたものとなる。しかし、実際にはこのようにきれいなループを描くことは稀であり、ループの始点と終点を特定することは困難であるので、吸収エネルギー算出時には正負各方向の δp を最大振幅とし、始点と終点を原点とする図-5.5、図-5.6のような独立なループを仮定する。これらのループの面積を履歴吸収エネルギー量 ΔW_δ とすれば、1つの δp に対して次式となる。

$$\Delta W_\delta = 2Q_y (|\delta p| - \delta y) \quad (5.1)$$

Q_y : ダンパーの降伏荷重

(=265kN : TSD ϕ 70R265)

$|\delta p|$: 水平一方向の最大変位絶対値

δy : 降伏変位（図-5.2の例では3cm）

上式を用いて、正負両方向について ΔW_δ を計算する。この方法ではやや多い目に吸収エネルギー量を見積るが、損傷評価としては安全側となる。

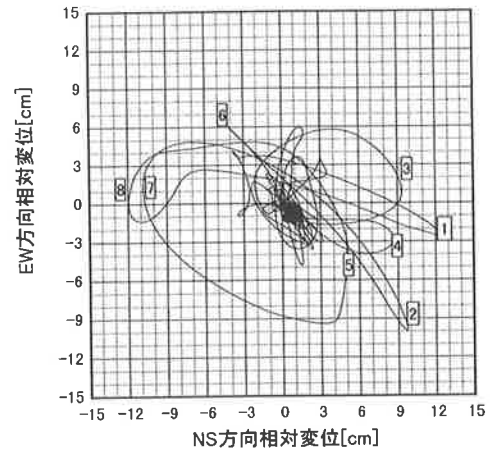


図-5.7 NS方向の最大変位点 (δp)

表-5.2 ループ最大変位値ごとの吸収エネルギー量

表-5.2a NS方向

No.	δp [cm]	ΔW_δ [kN·m]
1	12	47.66
2	9	31.77
3	9	31.77
4	8	26.48
5	5	10.59
6	4	5.30
7	10	37.07
8	12	47.66

表-5.2b EW方向

No.	δp [cm]	ΔW_δ [kN·m]
1	5	10.59
2	5	10.59
3	4	5.30
4	4	5.30
5	4	5.30
6	4	5.30
7	4	5.30
8	9	31.77
9	9	31.77

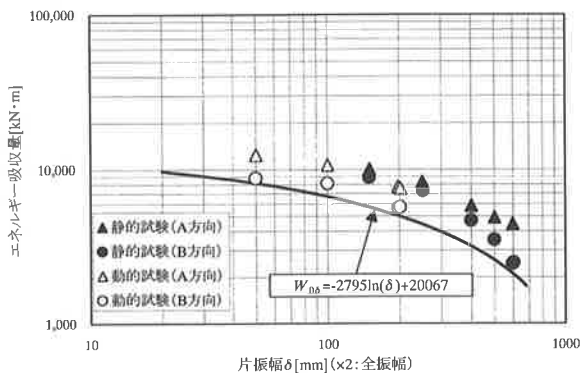


図-5.8 変位振幅～総吸収エネルギー量の関係 (ϕ 70)

表-5.3 エネルギー吸収率R

δp [cm]	$\Sigma \Delta W_\delta$ [kN·m]		$W_{0\delta}$ [kN·m]	$\Sigma \Delta W_\delta / W_{0\delta}$
	NS	EW		
4	5.30	26.48	9757	0.003
5	10.59	21.18	9133	0.003
8	26.48		7819	0.003
9	63.55	63.55	7490	0.017
10	37.07		7196	0.005
12	95.32		6686	0.014
			R =	0.045

③同様の要領で読み取り可能なループの最大変位 δp 全てについて ΔW_{δ} を計算する。図-5.7はNS方向の δp (No.1~8) を示したものであり、それぞれにつき上式で算出した結果を表-5.2aに示す。EW方向についても同様にして求めると、表-5.2bのようになる。

なお、ダンパーの履歴モデルを完全弾塑性としたが、降伏荷重の等しいノーマルバイリニア型 (TSD ϕ 70R265の基準値使用) を用いた弾塑性地震応答解析による総吸収エネルギー量と上記数値の総和とを比較した結果、差異は1割程度であった。

5. 3 エネルギー吸収率の算出と取替え要否の判定

エネルギー吸収率Rは、ループ最大変位値ごとのエネルギー吸収量の和 $\Sigma \Delta W_{\delta}$ を、そのループ最大変位 δp を定振幅としたときの限界吸収エネルギー量 $W_{o\delta}$ (破断直前までにダンパーが吸収可能なエネルギー量) で除したものを、X、Y両方向の全ての振幅毎について総和したものであるとし、次式で定義する。

$$R = \Sigma \{ (\Sigma \Delta W_{\delta x} + \Sigma \Delta W_{\delta y}) / W_{o\delta} \} \quad \dots (5.2)$$

限界吸収エネルギー量 $W_{o\delta}$ は実験における変位振幅と総吸収エネルギー量との関係をもとに、例えばTSD ϕ 70R265では次式により与えるものとする。

$$W_{o\delta} = -2795 \ln(\delta) + 20067 \quad \dots (5.3)$$

図-5.8は、図-3.4aに示したTSD ϕ 70R265の変位振幅～総吸収エネルギー量関係の実験結果に(5.3)式を実線表示したものである。

前節の例題の吸収エネルギー量を振幅毎に、表-5.2aおよび表-5.2bより集計すると表-5.3のようになり、エネルギー吸収率Rは0.045となる。

取替え要否の判定は、最大経験変位 $\delta_{\max} \approx 14\text{cm}$ 、エネルギー吸収率R=0.045であるから、表-5.1より「取替え不要」と判断される。

6. むすび

TSDは安定した大きなエネルギー吸収性能を有する免震鋼棒ダンパーであり、その力学的挙動の

解析的追跡は比較的容易である。また、地震後の取替えの要否を判断するための簡易な損傷評価法と取替え要否判定の目安(例)を示した。

(謝辞)

鋼棒ダンパーについて、(株)日本免震研究センター 多田英之博士、並びに福岡大学助教授 高山峯夫博士には日頃よりご指導を頂いております。鋼棒ダンパーの解析モデル開発では、東京大学生産技術研究所第2部教授 都井 裕博士、並びに同研究所第2部助手(研究当時) 宮村倫司博士には多大なるご協力とご指導を頂戴致しました。また、大林組東京本社特殊工法部課長 海老原和夫様には、簡易損傷評価法について貴重なご意見や示唆を頂きました。ここに感謝の意を表します。

(関連文献)

- 1) 宮村、都井、土師 「繰返し荷重を受ける免震鋼棒ダンパーの大変形弾塑性解析」日本機会学会論文集(A編) 64巻626号、pp.178~185、1998.10
- 2) 岡本、玉松、高瀬、土師 他 「免震鋼棒ダンパー ϕ 70R265の動的載荷試験 その1(試験概要)、その2(試験結果)」日本建築学会大会(中国) 学術講演会梗概集、21330~21331、pp.659~662、1999.9
- 3) 大家、玉松、岡本、土師 他 「免震鋼棒ダンパー ϕ 90R365の動的載荷試験 その1(試験概要、静的試験結果)、その2(動的試験結果)」日本建築学会大会(東北) 学術講演会梗概集、21334~21335、pp. 667~670、2000.9
- 4) 大家、玉松、岡本、土師 他 「免震鋼棒ダンパーの大変形弾塑性解析」日本建築学会大会(東北) 学術講演会梗概集、21336、pp. 671~672、2000.9
- 5) 巴コーポレーション 免震鋼棒ダンパーカタログ

軟弱地盤の非線形特性を利用した免震基礎

清水建設 和泉研究室

福武 毅芳



1. はじめに

基礎は、地盤と上部構造物との間の地震動の通り道であり、地震力が入る基礎や地下外壁はその形式により入力に大きな差が出る。

まず地盤に着目すると、液状化は基礎に被害をもたらす場合があるので液状化防止対策が行われることがある。一方で地震時に地盤が非線形化あるいは液状化すると、その層が一種の免震層となり、その層以浅の加速度は小さくなる。ここではこの効果に着目して、基礎地業を施工する際に基礎形式や地盤改良範囲を工夫して、建物に入力する加速度を低減する「地盤免震工法」を紹介する。これは液状化現象を逆手に取った液状化の積極利用である。この観点に立って基礎設計ができれば、完全に液状化を防止する大掛かりな対策や大規模な基礎形式に比べ、ローコスト化や工期短縮が図られる。特にレベル2地震動に対しても液状化を防止することは、非常に不経済な対策工となることがある。この地盤免震なる現象は、既往の液状化解析や遠心実験さらに兵庫県南部地震の際にも見られている。地盤免震は、液状化地盤ばかりではなく、軟弱粘土層や人工軟質材料に対しても効果がある。

次に杭に関しては、一般に支持杭より摩擦杭の方が建物への入力小さくなる。壁杭や地中連続壁を併用した杭基礎では、通常の杭基礎に比べて基礎そのものの剛性(安全性)は高まるが、建屋への入力加速度の観点から見た場合、果たして耐震性に優れた基礎といえるのであろうか。ちなみに、兵庫県南部地震における基礎被害と上部構造物の被害との

関連で言えば、基礎に大きな被害があった建物では、上部構造物の被害は小さい傾向¹⁾にある。すなわち、損傷が上部構造か基礎のどちらかに集まるエネルギー保存則どおりの被害様相を示している。²⁾

ここでは、このような地盤や基礎形式による免震効果を取入れた事例を紹介し、新しい耐震基礎構造の可能性と課題を考察する。

2. 地盤免震

2.1 軟弱地盤を利用する方法

(1) 液状化による種々の免震現象の例

まず既往地震における例について紹介する。液状化免震効果については、文献^{3),4)}などでも触れられており、この効果により構造物被害が軽減されたと思われる例は、過去の地震からも報告されている。すなわち、直接基礎の下の地盤の強非線形化や液状化がたまたま起こり、結果として上部構造物の被害軽減につながったと想像される例が見受けられる。以下に例を示す。

1983年日本海中部地震の液状化した地盤に建つ木造家屋の被害調査⁵⁾によれば、地下水位が1.5mより浅い地区では沈下などの被害を受けたが、水位が深い地区では無被害であった。このように、地盤内のある層で液状化が発生したとしても、構造物に必ずしも被害を与えとは限らない。このことを考慮して、液状化対策を施工する際に、地盤の全深度に渡って液状化を防止する対策が合理的かを検討する必要がある。

1995年兵庫県南部地震では、ポートアイランドや

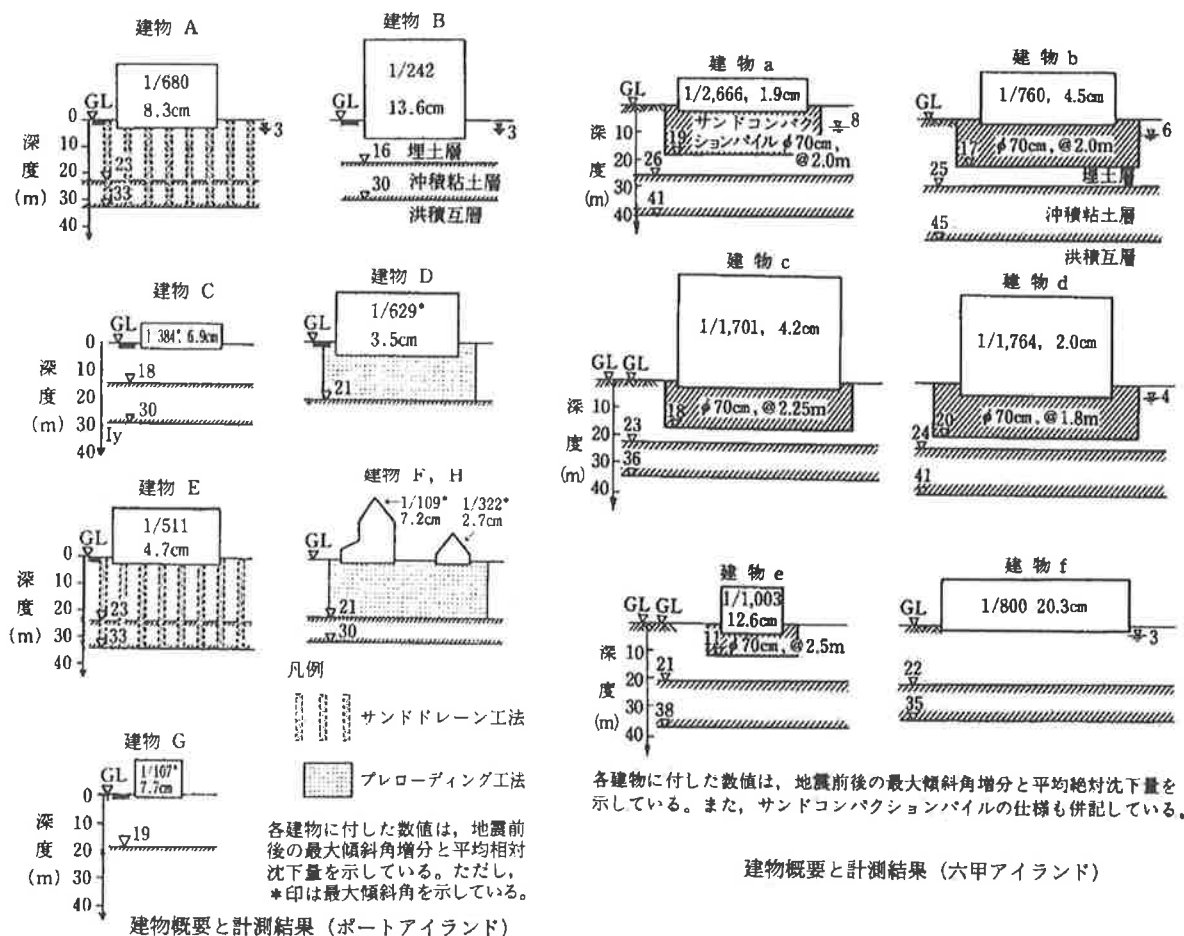


図-1 人工島の直接基礎建物⁶⁾

六甲アイランドの直接基礎建物は、護岸近傍を除けば、液状化が発生しているにもかかわらず基礎の被害(傾斜や沈下量)は小さい^{6),7)}。これらの建物は、図-1⁶⁾のように未改良のものや上層部のみが締め固め改良されているものが多く、直接基礎でアスペクト比は小さい。このような例は、設計的に地盤免震を意図してわざと未改良部分を残したとは思えない。さらに、同人工島に建つ直接基礎低層建物の2つの例^{6),7)}があり、地震による傾斜や沈下量は小さい。

例1) ポートアイランドでは、ベタ基礎(接地圧 50kN/m², 1.8mの根入れ)の液状化による沈下は20cm。

例2) 六甲アイランドでは、独立基礎(接地圧 40kN/m², 1.5mの根入れ)の沈下は7cm。傾斜は高々1/384。しかもこれは常時の変形の可能性あり。

松尾ら⁸⁾は、埋立地盤におけるフローティング基礎の沈下挙動を地震の前後で照査している。その結果、地震により従来生じていた傾斜を補正する(地震により傾斜が戻った)結果となっており、まさに土に

浮かぶ建物が地震により揺さぶられ、傾斜沈下が均等化したと考えられる。また以下の結論を得ている。

- ・フローティング基礎は底盤と地盤とが建物全域で接していて、建物荷重の「押さえ効果」⁹⁾により表層部分の液状化を防いだ。
- ・不同沈下対策として基礎剛性を大きくしたために、液状化しても沈下を均等化させた。
- ・表層部は液状化しなかったために、それが殻の役目をして不同沈下を防いだ(特に地盤改良を併用した場合は、その効果を大きく発揮)。
- ・排土重量と建物荷重がバランスして、液状化が生じて、地盤の上に浮いているような状態になり、地盤との相対沈下が生じなかった。

また芦屋市浜風町の取材によれば、「自分の家は床下が液状化したためか、水に浮かぶ船のようなもので、揺れはほとんど感じられなかった」という証言³⁾もある。

写真-1¹⁰⁾には、兵庫県南部地震の際の墓石の転倒の様子を、(a)液状化した地盤と(b)液状化しなかった地盤について示す。両地盤とも西宮市の墓地¹¹⁾であ

る。液状化した地盤では、傾斜や沈下は見られるものの、墓石はほとんど転倒していない。一方、液状化していない地盤では、傾斜や沈下は見られないが、ほとんどの墓石が転倒している。(根入れのある墓石が抜け落ちており、墓石が飛び上がったと推察される。)



(a) 液状化した地盤



(b) 液状化しなかった地盤

写真-1 兵庫県南部地震の際の西宮市における墓石の転倒の様子

1999年トルコ・コジャエリ地震時のアダパザルでは、表層5mぐらいが軟弱層で覆われた地域では液状化が生じ建物の倒壊は無かった(ただし沈下は生じていた)¹²⁾。一方、固い地盤の地域では多くの建物が倒壊しているようであった。

1999年台湾集集地震時に森¹³⁾が行った調査によれば、南投市では噴砂を被ったバイクが転倒していない。付近の液状化していない場所での記録と比較して、この駐車場では液状化によって加速度が低減された可能性を指摘している。

解析による例としては、地盤工学会が実施した「液状化に関する一斉解析」¹⁴⁾がある。この軟弱砂地

盤に建つ直接基礎のアパートを対象にした有効応力法による解析では、8種類の有効応力解析プログラムの結果からも液状化による免震効果が見られる。SCP締固め改良を軟弱砂層全体に施せば、建物の応答加速度は未改良の場合に比べて全ての解析において大きくなっている。さらに、文献¹⁵⁾における解析例や後述する模型実験¹⁶⁾における例も見られる。

(2) 液状化免震工法

地盤が液状化すると地盤からの大きな強制変形により、杭基礎などに被害をもたらす。ただ、地盤のみの挙動に着目した場合、加速度の振幅は液状化によって小さくなる。このことは、慣性力が問題となるような構造物にとっては有利な現象である。これは液状化層の剛性低下と履歴減衰により、一種の免震層として働いたためである。このことを逆手に取って考えれば、図-2¹⁷⁾のような工法が考えられる。

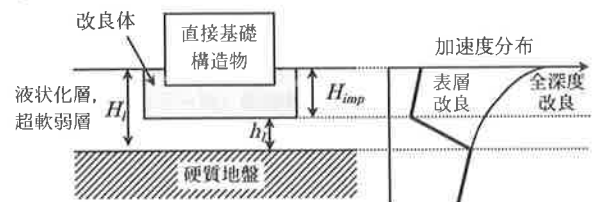


図-2 液状化免震の基本パターン概念図

液状化層を全深度 H_e に渡り改良するのではなく、図のように未改良部分 h_e をわざと残す。地震時にはその未改良層が液状化し、構造物への入力加速度が低減する。また、未改良層(弱層)の上下の層の剛性は大きいほど未改良層にひずみが集中し、免震効果は大きくなる。本工法は全深度改良に比べ、物量縮減・工期短縮も図られる。(図-1の直接基礎建物は、まさに図-2のように上層部のみが締固め改良されている。) また周辺地盤との相対沈下量も小さくすることができる。

改良体としては、種々のものが考えられるが以下のものが現実的である。

- ① 締固めた砂(サンドコンパクションパイル工法などによる)
- ② ソイルセメント系(深層混合処理)改良体
- ③ RC床版
- ④ 発砲スチロール
- ⑤ 土のう

またこれらを組合せたものでも良い。(4)の実施例ではSCPとRC床版との併用例を示す)

改良体が②や③のようにある程度の剛性を持ちかつ高価な場合には、改良体をブロック状のマッシュパッドではなく、壁状や格子状に構築し、改良体体積をさらに節約する改良パターンも可能である。この場合、改良体の脚部(壁)で囲まれた内部の地盤は非線形化しにくくなる効果がある。

(3) 軟弱砂地盤上の直接基礎の遠心振動実験

Liuら¹⁶⁾は、図-2と類似した条件で液状化免震の構造物への影響を遠心振動実験により検証している。実験概要を図-3に示す。直接基礎直下のSCP

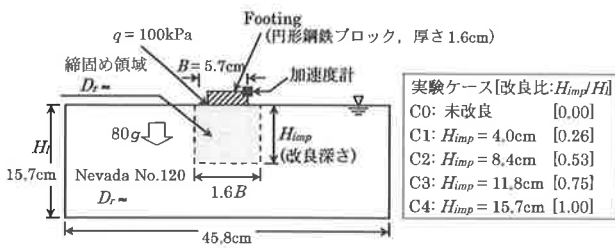


図-3 フーチングの動的遠心実験の概要と実験ケース

締固め地盤改良深さ(H_{imp})を順次深くしてゆき、そのときの加速度応答や沈下の様子を調べている。ケースは同図に示すC0~C4の5ケースであり、C4は全深度改良している($H_{imp}=H_f=15.7\text{cm}$)。

実験結果を図-4に示す。未改良では液状化によ

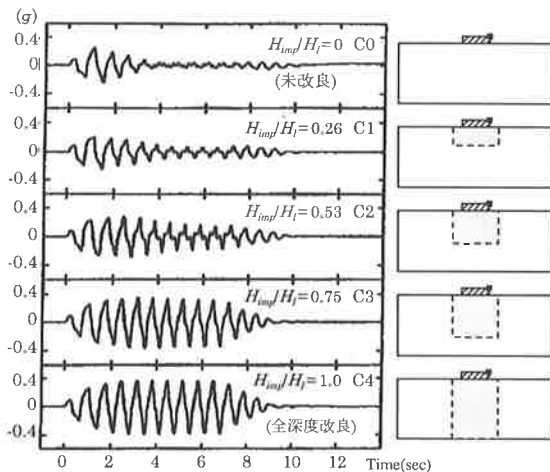


図-4 フーチングの加速度時刻歴と改良深さ

り基礎の加速度応答は小さくなっているが、改良深さが深くなるにつれ加速度振幅が徐々に大きくなっている。この傾向は、次項(4)で後述する石橋基礎の改良深さのパラスタ解析結果とほぼ一致してい

る。C3とC4ではあまり差異がないが、これはC3では改良域の下の部分もロッドによる突き固めによりある程度締固まったためと推察される。

(4) 液状化免震を利用した設計実施例

ここでは、上述の液状化免震効果に着目して、慣性力によって倒壊しやすい組石造物(石橋¹⁸⁾)を対象に、液状化免震を適用した有効応力解析による設計事例¹⁹⁾を示す。土の構成式や有効応力解析手法は文献^{20)~22)}を参照されたい。解析条件と解析ケースを図-5に示す。ケース(e)は液状化層全深度をSCP締

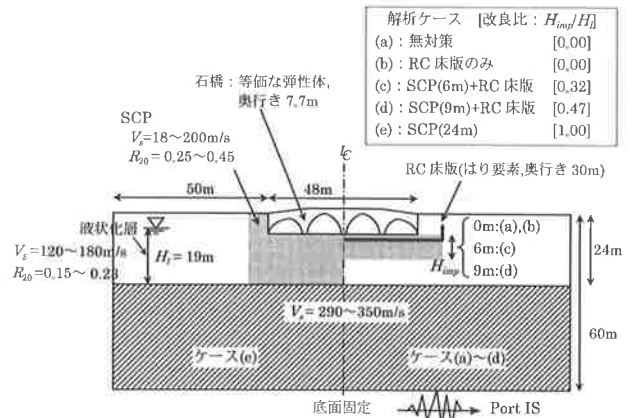


図-5 石橋の解析条件(半分を表示)と解析ケース

固め改良するものである。ケース(b)~(d)は河床にRC床版を設け、その内(c),(d)は河床からSCP改良を液状化層の上層部のみ施工するものである(その下は未改良状態のまま)。RC床版は地震時における橋脚間の位相差と、不同沈下を避けるためのものである。詳細な地盤条件や解析条件は文献¹⁹⁾を参照されたい。

橋脚基礎の下では、ケース(e)では液状化しなかったが、他のケースでは液状化に至った。図-6には過剰間隙水圧比のコンターを示す。ケース(d)で

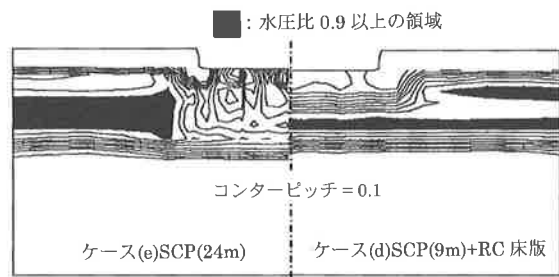


図-6 加振終了時(時刻15秒)における過剰間隙水圧比分布は改良体の下は完全に液状化に至っている。同図

より側方地盤の液状化の程度に着目すると、ケース(e)の方が液状化範囲が広がっているが、これは改良体を通して波動エネルギーの供給があったためである。この傾向は既往の解析結果¹⁴⁾とも一致している。図-7には最大加速度分布を示す。ケース(e)で

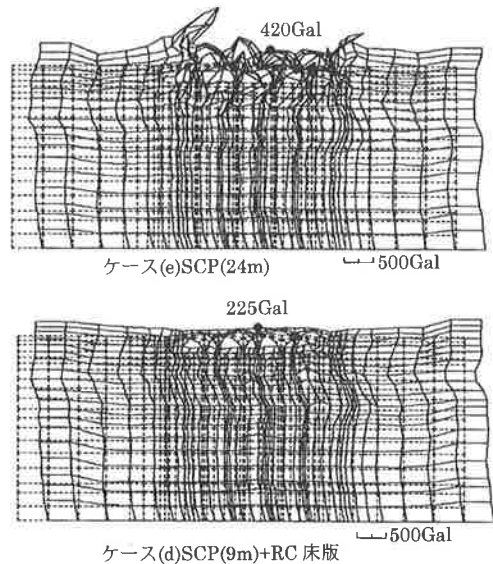


図-7 最大加速度分布

は改良体境界部や橋において水平・上下とも大きな値を示しているが、ケース(d)では液状化免震効果により小さくなっている。

石橋頂部の加速度と変位の時刻歴をケース(d),(e)について図-8に示す。ケース(a)~(d)は、基礎直下

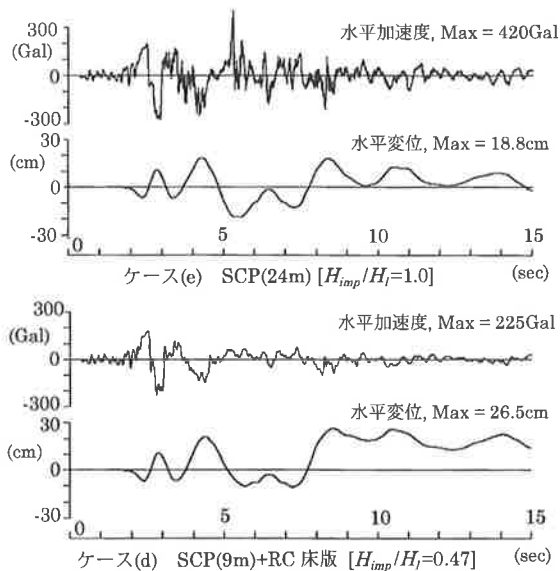


図-8 石橋中央頂部の時刻歴

で液状化が生じているため、4秒以降で加速度振幅が小さくなる類似した傾向にある。ケース(e)は支

持層まで改良しており、改良域では液状化は生じておらず、変位も液状化する場合に比べ小さい。しかし加速度は液状化する場合の2倍近い振幅を示しており、(a)~(d)とは傾向がかなり異なる。このような加速度の傾向は、図-4の実験結果とも調和的である。

設計においては、ケース(d)(表層改良厚さ9m)を採用した。その理由は、石原が提案している「平面的構造物で接地圧が小さい場合には、表層に非液状化層(今回の場合はSCP層に対応)が7m程度以上あれば、下層部分が液状化しても表層の地盤変状は生じない」²³⁾による。この発想は、表層の改良層が「殻」の役目をすることによって、地盤変状や沈下が均等化されることによる。また前項(1)で述べたフローティング基礎が無被害であった⁸⁾ことを考えれば、この石橋の事例ではRC床版だけでも適用できると思われる。今回の例では、(b)のRC床版のみの場合は、床版の曲げモーメントが許容値ぎりぎりであった。

● 地震後の沈下量について

ここで前述の遠心載荷による直接基礎の実験結果と比較しながら液状化免震の適用性を変形量の観点から考察する。未改良の場合の沈下量は、石橋で31.7cm、直接基礎で55.8cm(prototype)である。各ケースの沈下量の比較(未改良の沈下量で基準化)を図-9に示す。石橋ではケース(c)($H_{imp}/H_l=0.32$)で

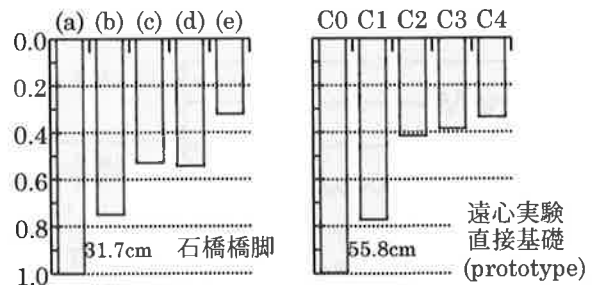


図-9 基礎の沈下量の比の比較

未改良の半分程度に抑えられており、これは全層改良の(e)に比べ1.65倍である。遠心実験ではケースC2($H_{imp}/H_l=0.53$)で未改良の半分以下に抑えられており、全層改良のC4に比べて1.23倍にしかになっていない。従って改良比(H_{imp}/H_l)は0.5程度であれば、沈下量は未改良に比べてかなり抑えられることが分かる。さらに加速度振幅や文献²³⁾と合わせて考えれば、表層の改良層厚は7m程度あれば、免震効果を発揮しつつ表層の地盤変状を小さく抑えることが

できる可能性がある。

同様な沈下低減傾向は宮木ら²⁴⁾も模型実験により示している(図-10)。すなわち、全深度改良しなくても、ある程度の部分的な表層改良によって沈下量は大幅に低減できる。

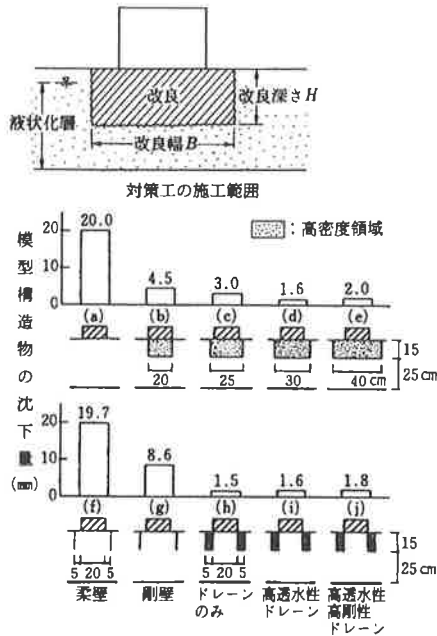
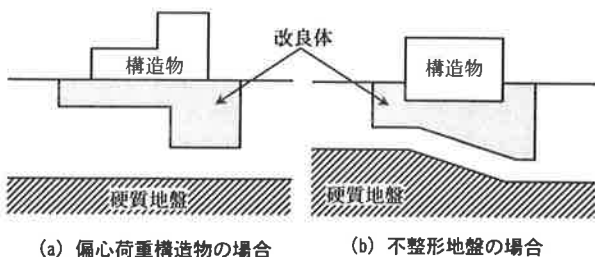


図-10 模型実験による改良範囲と沈下量の関係²⁴⁾

● 不同沈下対策

本工法は液状化を伴うので、地震後にはある程度の水平残留変位や不同沈下を生じる。これらを軽減する対策や(不同沈下の)復旧対策として、以下の方法が考えられる。

- ①ある程度掘削して排土重量と構造物荷重をバランスさせ、液状化が生じても地盤の上に浮いているような状態にして安定性を高める。
- ②構造物の重心が偏っている場合は、重心の偏っている側の未改良層厚を薄くすることで対処する。(図-11(a))
- ③不整形地盤の場合は、改良体を下層の硬質地盤と平行になるように(未改良層厚を一定になるように)施工することで対処する。(図-11(b))



(a) 偏心荷重構造物の場合 (b) 不整形地盤の場合
図-11 不同沈下の軽減対策

④基礎剛性を大きくし、液状化しても沈下を均等化させる。(布基礎など)

⑤RC床版を併用する。これにより、不同沈下の軽減になるばかりか、仮に上部構造物に有害な不同沈下が生じた場合でも、RC床版があることによりジャッキアップや薬液注入による修復が容易になる(類似の考え方は、吉見・桑原²⁵⁾が、RCスラブの直接基礎の小規模建物に対して述べている)。また図-12に示すように、広範

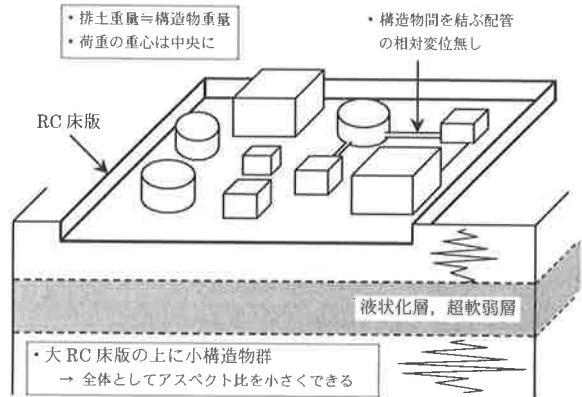


図-12 RC床版工法の応用

圍の構造物群や橋脚を大規模なRC床版上にまとめて乗せてしまうことにより、地盤免震をより広範囲に適用できる。こうすることにより、アスペクト比の大きな構造物がいくつか含まれていても、全体としてアスペクト比は小さくなり安定性が増す。例えば工場施設全体をRC床版上に乗せれば、地盤が液状化や強非線形化しても、構造物間を結ぶ配管の相対変位を防ぐことができる。

● 適用性と課題

以上述べたように地盤の強非線形化を利用した地盤免震改良工法は、直接基礎の構造物でアスペクト比があまり大きくなく慣性力に対して脆弱な建物に適している(例えば、一般住宅・倉庫や組石構造物(レンガ造、石橋など)、盛土など)。

本工法が図-2のようなパターンで成立するための条件としては以下のことが挙げられる。

- ①改良体は液状化層に比十分固い。
- ②液状化層の下の層も硬質である。
- ③未改良のまま残す液状化層厚 h_e は許容沈下量などの要求性能により決まる。

またRC床版のみでの工法も考えられる。

今後の課題としては、液状化層の品質管理、残留変形の把握・抑制、入力地震動の大きさによる効果の差異の把握、などである。特に本工法では、大きな水平変位振幅や残留変形が生じ、建物の配管などへの損傷が懸念される。水平方向の残留変形抑制法に関しては、最適な方法は難しい。しかし、ここで設計の発想を次のように変えることもできる。すなわち、大きな水平変形が生じて、建物が慣性力で倒壊の方が致命的問題である。そこで水平変形はある程度許容し(覚悟の上で)、免震効果に期待し、配管類は後で繋ぎ替える(あるいはフレキシブルジョイントにしておく)。

(5) 軟弱粘土層による免震

軟弱粘土層が介在する地盤ではそこで加速度が増幅しないことは既往の地震アレー観測からも多くの観測事例がある(例えば文献^{26)~28)}など)。特にその低減効果は、硬い地盤に挟まれた場合に起こることが観測(例えば文献^{29),30)}からも解析(例えば文献³¹⁾)からも見られる。風間³²⁾は中間に軟弱粘土層を有する地盤の遠心震動実験を実施し、粘土層の剛性低下が著しくなり、その結果上層の加速度応答が小さくなる現象を確かめている。一方で、速度応答にはそのような低減効果は見られない、とする研究もある。

このような軟弱粘土層に粘性ダンパーの働きをさせて地盤免震を行うアイデアはかなり以前からある。例えば、図-13³³⁾に示す京都の三十三間堂(1266年の建替え時)の礎石の下の地盤は、砂と粘土を交互に敷設した免震地盤(版築構造)となっている。粘土は砂に比べて突き固めにより締固めにく

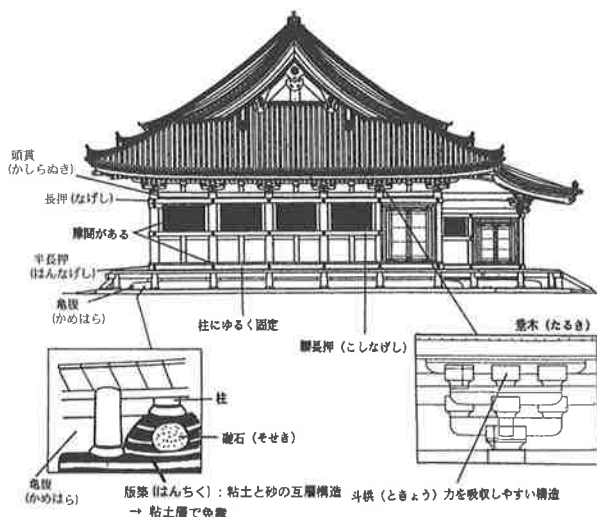


図-13 三十三間堂の基礎地盤(版築)：砂と粘土の互層³³⁾

い(硬くなりにくい)ことを考えると、砂と粘土の互層はあたかも積層ゴムのようなものである(粘土は柔らかいのでゴムに相当)。ただし粘土は含水比や鉱物組成によりその力学挙動は大きく異なる。例えば含水比が収縮限界以下になるとカチカチに固まるので、もはや免震効果は期待できない。よって鉱物組成と含水比の管理は重要である。また粘土は一般に、支持力が小さいことや圧密沈下などの問題があるためか、大規模構造物に対しては適用されていないようである。

2.2 人工軟弱材料を挿入する方法

人工材料を地中や地表に施工して免震を図ろうとする研究も行われている。材料の性質として、

- ①せん断剛性が非常に小さいもの
- ②粘性減衰を有しているもの

が用いられている。

①の例としては、前田ら³⁴⁾は、軟弱材料や粘性流体を包装パックし、図-14のような免震機能を検討している。前田らの基礎研究を具体化し実用化させ

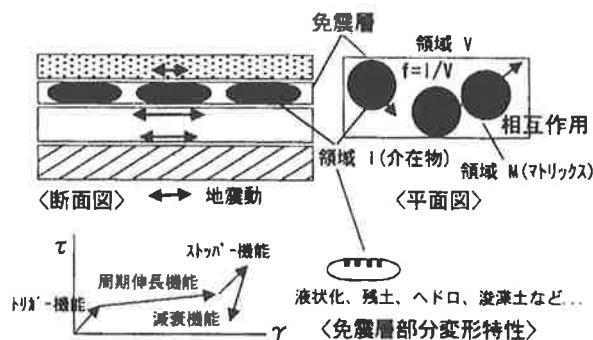


図-14 粘性混合体パックによる免震地盤³⁴⁾

るため、森川ら^{35),36)}はエラストマー(ゴムの一種で履歴減衰は無い)を用いて実験的に研究している。ケーソン護岸の下にエラストマーを敷き、加速度の低減を図っている(図-15)。エラストマーの最適な厚さや幅や配置する位置、またゴムの耐久性(劣化)など今後の課題も多いようである。

②の例としては、岩崎ら³⁷⁾の研究や、廣田ら^{38)~40)}の研究がある。前者は地中に礫とアスファルトを混合した層を作成し、この層の粘性減衰でエネルギー吸収を図ろうとするものである(剛性低下や履歴減衰はあまり無い)。後者は地表に高履歴減衰材(アスファルトに碎石を混入)を施し、建物の応答を低減しようというもので、岩盤上に建つ原子炉建屋の応答の低

減を目的としている。効果を得るには、層厚が3～5mで減衰定数が15%以上必要としている。

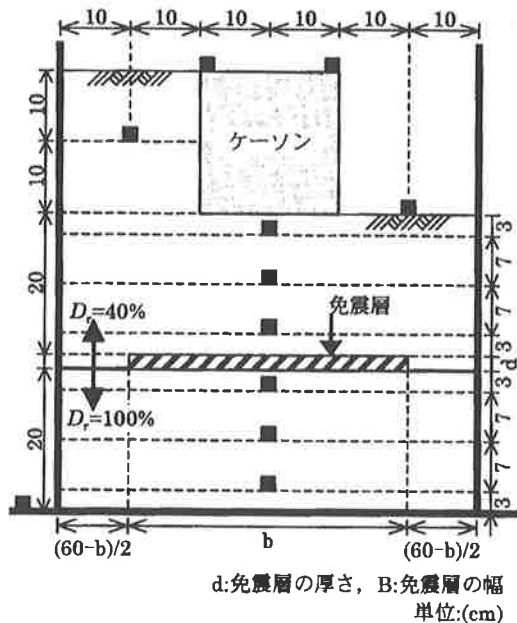


図-15 ゴムを用いた免震地盤の模型実験³⁵⁾

以上、地盤免震として、液状化、軟弱粘土層、人工材料による免震について述べたが、設計するに当たっては、どのような条件のときにどの免震方法が効果的か、減衰定数は何%あれば十分なのか、周辺地盤との剛性比はどの程度であれば良いのかなどは、前もって解析などで検討しておく必要がある。また、適用範囲・適用条件(構造物の規模や種類、入力の大さきなど)、経済性、信頼性(品質管理、長期荷重に対する安定性)、耐久性(時間的変化、気象条件(温度など)の影響)、環境への影響(人工材料を用いる場合)、変形の制御方法、などは今後の研究課題であろう。また、地盤免震は非常に広範囲に渡り適用できる可能性がある。例えば埋立て時や土地造成の時点で免震地盤としておけば、街区全体を免震地域とすることもできる。

3. 基礎構造形式による免震効果

兵庫県南部地震後の種々の調査報告によれば、「地震直後に上部構造が壊れていれば基礎は損傷しておらず、反対に上部構造が壊れていない場合は杭が損傷している場合が多い」と言われた。これは、杭体に損傷があれば地震エネルギーがそこで吸収されて、構造物に加わる慣性力が低減されるためである。杭が損傷を受けていれば、たとえ地震直後には

建物に損傷が無くても、徐々に不同沈下が進行し傾斜が顕著になる恐れがある。

このようなことから、杭基礎においてなんらかのメカニズムで地震エネルギーが吸収できてなおかつ杭が損傷しないような機構があれば都合が良い。

3.1 温故知新

文献⁴¹⁾によると「古い建物はほとんど摩擦杭である。旧帝国ホテル(F.L.Wrightの設計)は、松杭を抜いたその穴にコンクリートを詰めたものであった」との記述がある。これは、今の摩擦杭基礎かパイルドラフト基礎の考えに近いとされている⁴²⁾。当該地盤は有楽町層の日比谷谷に位置し、非常に軟弱な粘土地盤(泥)が約GL-20mまで堆積している^{43), 44)}。Wrightが帝国ホテルを語る時「この泥は天の恵みであり、恐ろしい地震力を和らげるに格好のクッションである。どうして地震と戦うのだ。それに同調して裏をかいてやろう。軍艦がヘドロの海の上に浮かぶように考え、基礎をフローティングファウンデーションとして設計しよう」^{43), 44)}と、耐震性への配慮を繰返し説明したという。これはまさに前述した地盤免震の発想と同じである。結果的に旧帝国ホテルの基礎は図-16に示すように「軟弱粘土地盤に摩擦杭(1.5～3mの無筋コンクリート)」

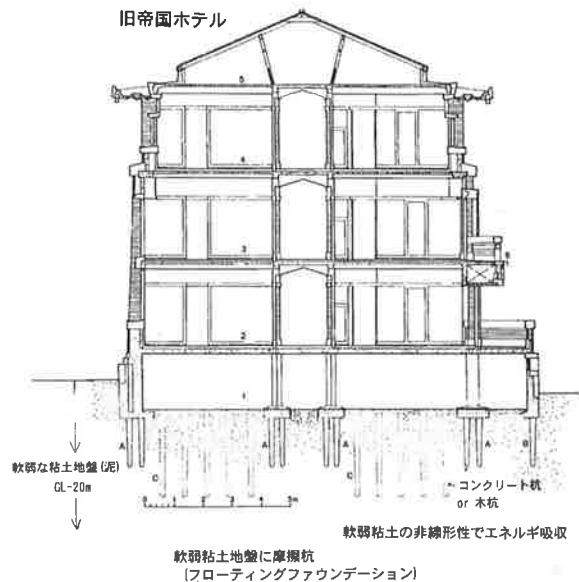


図-16 旧帝国ホテルの基礎：摩擦杭基礎orパイルドラフト基礎

という形式となり、竣工直後に経験した関東大震災の時には、地盤の非線形形でエネルギー吸収効果が生じ、それも一つの要因となって、倒壊を免れたと推

察できる。すなわち軟弱地盤に摩擦群杭で設計すると、地盤の非線形性でエネルギー吸収効果が生じ、免震基礎になる。ただし、軟弱粘性土であったためその後の圧密不同沈下はかなり生じたようである^{43),45)} (前述の液状化免震では砂地盤であるので圧密沈下の心配は無い)。その後、大崎順彦博士や岸田英明博士は、このような摩擦杭の利点(免震効果)を主張⁴²⁾していたが、杭基礎は支持杭が主流となっていた。しかし兵庫県南部地震の摩擦杭や短い節杭の被害が軽微であり、周辺地盤との沈下による段差も無かったことから、摩擦杭が見直され始めた。

ここで話題は現代に飛ぶが、現在ギリシャでは2004年の共用開始に向けてRion-Antirion橋プロジェクト⁴⁶⁾が進められている。この橋は全長2880mにおよぶ斜引橋である。橋脚の位置する海底地盤は軟弱な沖積互層が800mにもわたって堆積している。そこで、橋脚を岩着させることを諦め、図-17⁴⁹⁾に示すように地盤補強工法として海底面に鋼管杭($\phi 2000$ 長さ20~30m)を7m以内の間隔で多数打設

ている⁴⁷⁾。(これらの基礎工法は全て沖積層内での施工となり、軟弱地盤にフーチングが浮いている形式とする。設計者は本工法をCatamaran Semi-floating Pontoon⁴⁸⁾と呼んでいる[pontoon:浮船])。地震時には、

- ①グラベルとケーソン間の滑動(2mを許容)
- ②ケーソンの浮上がり
- ③軟質地盤の非線形化

による免震効果を期待^{47)~49)}しているようである。規模は旧帝国ホテルと異なるが、類似の発想はすでに80年前にあって、それが現在世界が注目するビッグプロジェクトに使用されていることは興味深い。ちなみに本工法は従来型の工法に比べ建設コストが1/3~1/4に削減できた⁴⁷⁾。

3.2 支持杭 vs. 摩擦杭

摩擦杭と支持杭とでは、地震時にどちらがどのように有利なのだろうか。特に上部構造物への入力動、液状化時の挙動、残留変形や周辺地盤との不同沈下、などの観点から比較し考察する。

兵庫県南部地震では、摩擦杭や短い節杭の建物の被害はほとんど無かった^{50),51)}。支持杭基礎の場合は、支持地盤からの地震動が杭を通して建物へ伝えられる。このため、建物は慣性力により破損しやすい。これに対して摩擦杭を用いた場合は、支持地盤と杭先端とが離れているため、強い波動が直接杭を通して建物には伝わらない。このため、建物に加わる地震動が減少し、建物の損傷が軽減されることが考えられる。

萩野⁵²⁾はこのような摩擦杭の免震効果を検討するため、六甲アイランドの隣接する2棟の構造物をSuper FLUSHを用いて解析している。対象としたのはHC-TOPパイルを用いたS造平屋建て倉庫(A棟)とS造・SRC造5階建て事務所(B棟)である。(A棟は不同沈下対策として基礎梁剛性を高めジャッキアップ可能な構造としており、B棟は格子状に高剛性の基礎梁を配したベタ基礎二重スラブで排土重量分だけ荷重低減したセミフローティング基礎としている) また比較のため摩擦杭を支持杭に置き換えた仮想的な構造物についても解析している。兵庫県南部地震の際には、両棟とも周辺地盤との相対沈下も無く建物被害も無かった。解析の結果、摩擦杭基礎では支持杭基礎に比べ、①地震による動的付加応

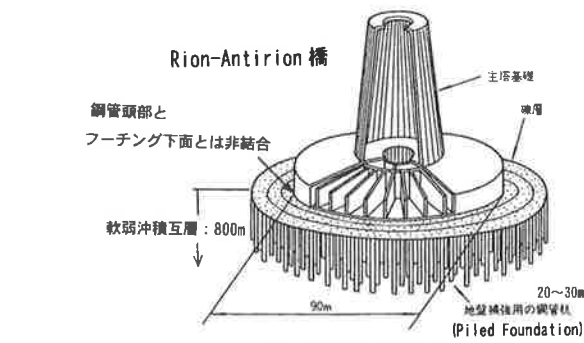


図-2 主塔基礎と鋼管杭による地盤補強

免震効果

- ① グラベルとケーソン間の滑動(2mを許容)
- ② ケーソンの浮上がり
- ③ 軟質地盤の非線形化
- ・ ローコスト(1/3~1/4に削減)



図-3 主塔基礎とオールプリー構造

図-17 Rion-Antirion橋の基礎：鋼管杭地盤補強+グラベル (Piled Foundation)⁴⁶⁾

し、その上にグラベルを敷設した (Piled Foundation)。グラベル上に空洞の円形RCフーチング($\phi 90$ m)を設置している。すなわち鋼管頭部とフーチング下面とは結合されていない。フーチングの空洞化により接地圧を小さくし沈下抑制を図っ

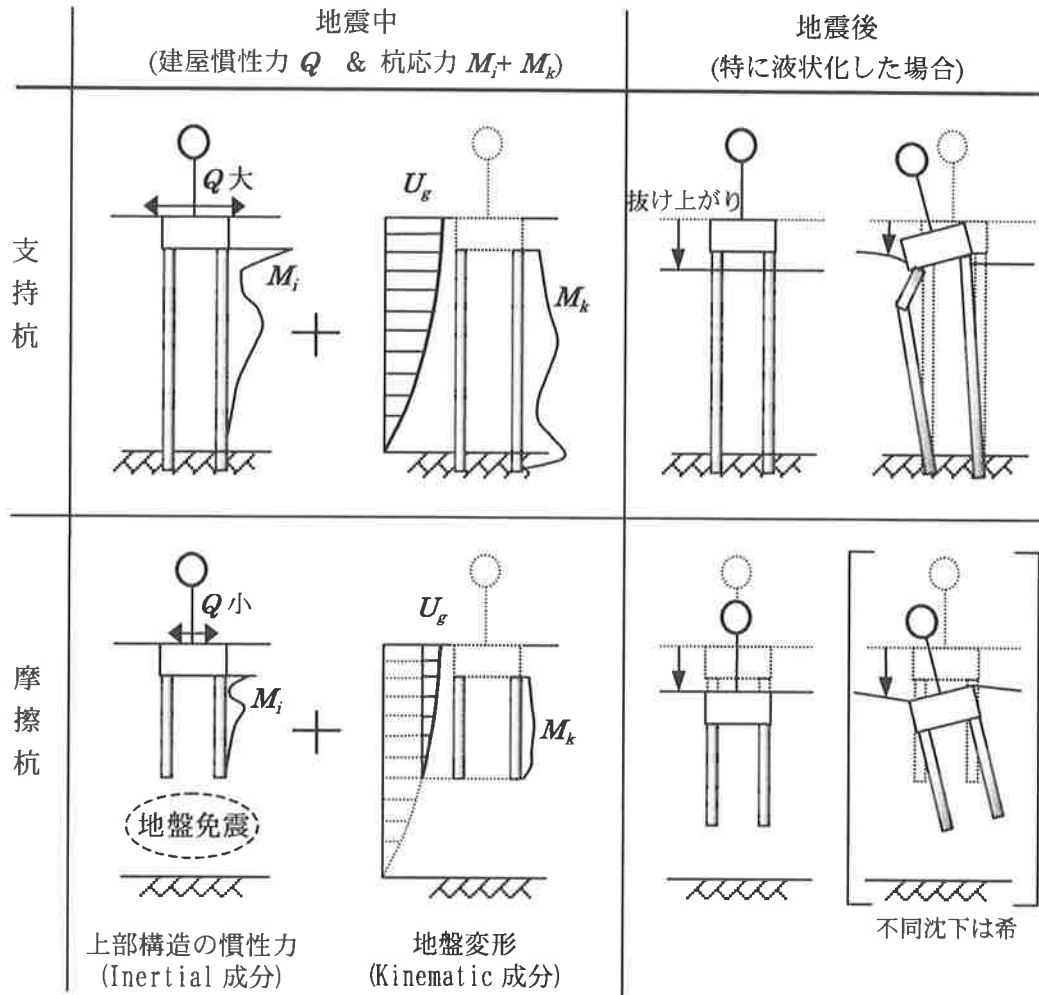


図-19 支持杭と摩擦杭の地震時挙動の比較

力の発生が小さく(図-18)、②地震動の短周期成分の伝達が小さい、などの利点があるとしている。

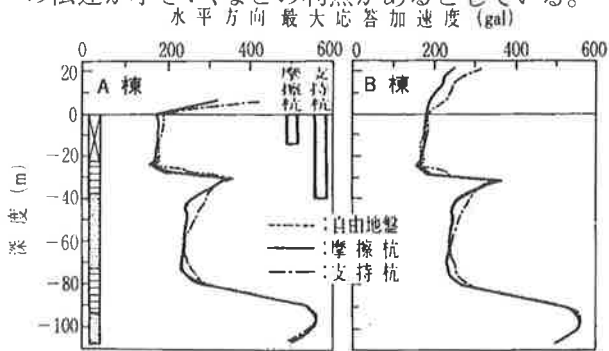


図-18 支持杭と摩擦杭の最大加速度分布⁵²⁾

このような摩擦杭の地震時挙動を支持杭と比較して示したのが図-19である。摩擦杭は地盤からの強制変形 U_g による影響が小さいなどの利点の他

に、以下のことが特長として挙げられる。

- ・均一層への根入れによる杭損傷の軽減：杭の損傷事例の多くは、その大部分が支持杭であり、杭頭部だけでなく地盤の剛性の急変するところでも生じる。これに対し摩擦杭の場合は、杭下端が支持地盤まで達していないので、杭体は比較的均一な地盤変形をする地層内にもみ根入れされ、過度な変形は杭に作用しにくい。このため地震時には摩擦杭は地盤と一緒に動き、損傷を軽減できる。この利点は側方流動が生じる場合にも当てはまる。
- ・液状化軽減効果：打設時の地盤の締め固め効果(節杭の場合⁵³⁾は杭周の砂利によるドレーン効果もある)により、建物直下の地盤では液状化は低減される。また、この効果があまり期待できない埋込み工法で施工した場合でも次のような液状化抑制効果が期待できる。①支持杭に比べて杭一本当たりの

支持力は小さいため、建物の下には多数の杭が存在し、そのため杭間地盤の動きが拘束される。②基礎スラブと地盤が接しているため、建物荷重による押さえ効果が発揮される。

・基礎と地盤との均等沈下：液状化地域では、支持杭建物の多くが抜け上がり現象を生じるが、摩擦杭の建物では基礎は周辺地盤と一緒に(均等に)沈下して周辺地盤との段差は小さく、また杭が損傷しにくいことから不同沈下も生じにくい。従来は、摩擦杭基礎や直接基礎の建物は、液状化時に地盤は支持力を失って不同沈下を起こす可能性が高いと考えられていたが、兵庫県南部地震などでは有害な不同沈下は少なかった⁵¹⁾。よって、液状化地盤に摩擦杭や節杭を用いても、沈下などを考えた設計をしていれば、建物や杭に有害な障害は生じないであろう。

・比較的剛な基礎梁：摩擦杭の多くは圧密沈下を考えた設計がなされているため、基礎梁を大きくするなど剛性の大きな基礎スラブ形式とすることが多く、これにより沈下は均等化し傾斜を軽減できる。さらに剛な基礎とすることにより、液状化しても建物の不同沈下を防ぎつつ地盤免震効果を発揮することができる。この効用は前述のRC床版の利点に通じる考え方である。

以上、摩擦杭の地震時の特徴を挙げたが、実際の現象では、これらの要因が複雑に影響しあっている。また、摩擦杭は数多く打設されることに注目して、杭基礎全体としての水平耐力や、建物直下地盤の全体としての剛性などを検討する必要がある。また、大きな支持力の杭を少数用いる(例えば柱下に1本の杭)より、小さな支持力の杭を数多く用いる方が全体としての水平耐力は大きくなり、破壊に対する安全余裕度が増加⁵⁴⁾することも考えられる。今後、数値解析や実験等によって各要因を定量的に評価することが課題である。

最近では支持杭を用いることが多いが、地震調査結果などから判断すると「摩擦杭でも合理的な設計を行えば、大地震時においても被害は支持杭の場合以下に押さえられる可能性がある」と言える。現状では、摩擦杭を液状化対策工法の一つとして設計したり、建物慣性力の低減工法として積極的に使用されている例は少ない。今後は既往の地震被災調査を支持杭基礎と比較するとともに、これらの利

点を積極的に生かした設計に結び付けていくことが望まれる。

3.3 剛な杭基礎 vs. 柔な杭基礎

剛な基礎は柔な基礎に比べて波動エネルギーを伝えやすいように思われるが、入力損失の観点からすると、剛基礎の方が建物の加速度は小さくなりそうである。(またこれに関連して、埋込みの有無による逸散減衰効果の大きさによって、建物への入力動が変化する(詳述は文献⁵⁵⁾を参照。))以下に、解析や実験結果をもとに建物応答への影響を比較・考察する。

(1) 支持杭と締固め改良(SCP)の併用

福武⁵⁶⁾は、軟弱砂地盤に建つ支持杭高層ビル(高さ90m、杭長32m)の直下の地盤を、SCP締固め改良した場合(増加N値=10)と未改良の場合(この場合は地表からGL-16mまで液状化)の解析による比較を行っている。SCP改良の方が基礎加速度で10%、層せん断力で4%大きくなっている。

(2) 支持杭と深層混合処理(CDM)の併用

藤川ら⁵⁷⁾は前述の福武の解析した高層ビルに対して、基礎直下をCDMで部分的に改良した場合と未改良の比較を行い、CDM改良の方が基礎加速度が6%大きくなることを示している。櫻井ら⁵⁸⁾は、軟弱粘土地盤中の杭基礎周辺をCDMにより、①上層部のみを改良した場合、②全深度改良した場合について遠心模型震動実験を行っている。その結果、②の場合の方が上部構の加速度大きくなっている。波動エネルギーが改良体を伝わり上部構造まで伝わりやすくなったためである。

一方、鈴木らは、2次元等価線形解析を実施し、CDM格子状改良により杭応力が低減することと、建物の加速度は改良の場合の方がやや小さくなることを示している。このようにCDMを併用する場合は、その改良形状により一概に建物応答が増加するとは言えないようである。

(3) 支持杭とソイルセメント柱列壁(SMW)の併用

藤川ら^{60), 61)}は前述のCDM改良で対象とした高層ビルに対して、基礎の周囲をやや剛なSMWで囲った場合と未改良の比較を行っており、SMWで囲った場合の方が層せん断力や建屋の加速度は1~2割大きくなっている。

金子ら⁶²⁾は、兵庫県南部地震時に無被害であったSMWで囲まれたポンプ場の挙動を、SMWが無い場

合と比較して解析している。建物1階部分の応答加速度はSMWの剛性によって短周期成分が卓越し振幅もやや大きくなっている。速度応答スペクトルに着目すると、SMWによる低減効果が期待できるが0.8秒以下では逆にSMWを施した方が応答が大きくなる傾向にある。

以上より、SMWの有無による建物への応答の影響は小さいと考えられるが、建物の固有周期によってはSMWを設けることによって応答が増すことも考えられる。

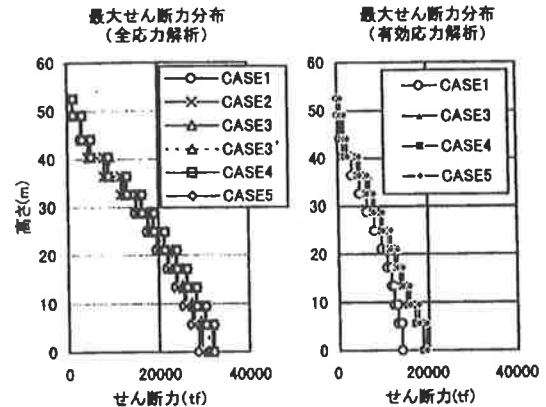
(4) 支持杭と地中連続壁の併用

福武^{63),64)}は、ペDESTAL杭(既設杭)と場所打RC杭(新設杭)が混在する火力発電所を対象に、地中連続壁(厚さ1.2m,ピッチ10m)で井桁状に仕切った場合の応答を3次元有効応力解析により検討している。その結果、沖積砂のひずみや過剰間隙水圧および杭応力は大幅に低減している。基礎と建屋頂部の加速度は、杭のみの場合は液状化の影響により、杭+井桁壁の場合に比べ、応答値が小さくなっている。ただし杭のみの場合も、加速度振幅が急に小さくなるような顕著な液状化的応答は見られない。これは杭を通して、基礎に震動エネルギーが伝達されるためである。井桁壁があることにより上部構造物の加速度は6%しか大きくなっておらず、井桁壁が上部構造物の加速度応答に及ぼす悪影響は小さいと言える。

小林ら⁶⁵⁾は、連壁の存在および連壁の設置間隔を解析パラメータとした2次元有効応力・全応力解析を行い、連壁に囲まれた内部の地盤、杭および上部構造の地震応答に及ぼす影響について検討を行っている。解析ケースと上部建物の最大せん断力分布を図一20に示す。面内壁の設置間隔が狭いものほどせん断力は大きくなる傾向が見られる。特に、有効応力解析では、杭のみのモデルに比べて連壁で囲まれたモデル(CASE3)の1階のせん断力は約1.3倍大きくなっている。また、面内壁の壁間隔を変化させたモデル(CASE3~5)では、全応力および有効応力解析ともに、壁の設置間隔を狭めて面内壁が増えるにつれて上部構造のせん断力は大きくなるが、顕著な差異は見られていない。これから、基礎構造の違い(連壁の存在および連壁の設置間隔の違い)により有効入力動に差異が生じ、上部構造の応答に差異が生じたと考えられる。

奥行全幅:86.8m、壁厚:60cm

ケース名	CASE1	CASE2	CASE3	CASE3'	CASE4	CASE5
イメージ図						
凡例文字	壁なし	面外のみ	壁あり	等価剛性	面内4枚	面内8枚
面外壁	なし	2枚	2枚	2枚	2枚	2枚
面内壁	なし	なし	2枚	2枚	4枚	8枚
全応力解析	○	×(点線)	△	△(点線)	□	◇
有効応力解析	●	なし	▲	なし	■	◆



図一20 連壁形状を変えた場合の建屋のせん断力⁶⁵⁾

上述の2例に共通して言えることは、①連壁の面内抵抗による基礎の剛性増加により、杭のみの場合に比べて波動エネルギーが伝わりやすくなり、建物の層せん断力がやや大きくなる、②連壁支持地盤でせん断ひずみが急増しており、地盤非線形による新たなエネルギー吸収がそこで生じていること、である。

(5) 支持杭と短杭・短斜杭の併用

藤川ら^{66),67)}は、支持杭基礎に短い直杭や短い斜杭を併用することにより、支持杭の応力低減効果を検討している。この際、短杭を併用することによる建物基礎の応答の増加傾向についても考察している。基礎加速度は、短斜杭を基礎外向き15°で施工した場合は11%増し、基礎内向き15°の場合は19%増しとなっているが、時刻歴波形で見ると限りはほとんど差異は見られない。

[注：上記(1)~(5)の研究の主目的は杭応力の低減であり、その意味ではいずれの工法もかなりの効果があった]

以上の(1)~(5)の例で分かるように、支持杭の場合は地盤が液状化しても波動エネルギーが杭を伝わり建物に入力されるので、種々の対策を併用しても建物の応答はそれほど大きくはならない。よって支持杭基礎の場合、地盤改良や基礎の補強・剛体化に

より建物に悪影響を及ぼす心配は少ないと言える。逆の言い方をすれば、支持杭基礎の場合は液状化による免震効果はそれほど期待できない。ただし、杭が液状化層境界部などで塑性化(損傷)すれば、液状化免震効果が働き建物の加速度はかなり小さくなるであろう。しかし杭が壊れては、いくら免震効果が働いても意味が無いので、次項に示すように杭体に工夫をして支持杭でも免震効果を狙った研究がなされている。

3.4 杭体の工夫

杭体の工夫に関しては以下の3種類に大別できよう。(概要は文献^{68),69)}などを参照されたい)

- ①杭頭ピン型
- ②杭頭滑り型
- ③杭の一部を高延性化

これらの主目的は杭応力の低減であるが、建物への入力加速度を低減させる効果もある。この中で、加速度低減がある程度期待できるのは、②と③である。ただしこのタイプの杭基礎では、建物変形が大きくなり残留変形も生じてしまう。建物が到壊することを考えればある程度の残留変形はやむなしと考えるべきで、その変形量を地震動レベルに応じて定量的に評価することが重要である。

②の工法は非常に多くのアイデアが提案されているが、その中で建物の免震効果を検討している研究の一つに大槻ら⁷⁰⁾の解析がある。杭頭を滑り支承とすることにより建物(高さ30m)の加速度は半分以下に低減されている。

③の工法は、杭頭でも杭途中でもよい。杭体に粘性を有する低剛性材料や緩衝材の介在物を設け杭体を柔構造化し、上部構造物への荷重伝達を低減させることを図っている^{71)~79)}。材料としては、エネルギー吸収に優れたものとして、極軟鋼、ゴム系材料、樹脂・繊維(FRPなど)、アスファルト、などが提案されている。液状化免震と併用できる例の一つ述べると、液状化・非液状化層の境界で極軟鋼材を芯材として杭に挿入し^{73),77)}、その延性により杭の脆性破壊を防止しつつ、地盤免震を利用する方法が考えられる。

4. おわりに

今後は、地盤・基礎と上部構造物をばらばらに解くのではなく、地盤調査をしっかり行ったうえ

で、地盤～基礎～構造物系を一体として解き、合理的な設計に結び付けていく必要がある。これからの基礎設計は、幅広い選択技から最適なものを組み合わせることによって、より合理的な方法・工法で行われるであろう⁸⁰⁾。合理的とは、安全性と経済性が両立する工法であり、コストは施工コストよりもライフサイクルコストに着目すべきである。この意味で、壊れたときの復旧のしやすさや耐震補強技術も重要となる。設計が性能規定に変わりつつある中で、ここで紹介した事例を取っ掛かりとして、基礎被害を防ぎつつあるいは制御しつつ、新しい耐震基礎構造の設計の一助になれば幸いである。さらに、基礎設計の自由度を広げ、設計技術者の裁量・創意工夫がより発揮されること(保守的な基礎設計からの脱却)を期待する。

参考文献

- 1) 兵庫県南部地震による建築基礎の被害調査事例報告書,日本建築学会近畿支部基礎構造部会,p.19,1996.07
- 2) 杉村義広:建築基礎設計法の現状と将来展望,建築技術,564,p.79,1997.
- 3) 柴田 徹:液状化対策の効果(完全液状化と免震効果),土質工学会・阪神大震災報告会 -地盤災害とその教訓-,p.30,1995.
- 4) 足立紀尚:阪神・淡路大震災に学ぶ地盤工学の課題(ポートアイランドにおいてなぜ水平動は減衰し上下動は増幅したのか?液状化は罪なのか?),土と基礎,Vol.44,No.2,p.5,1996.
- 5) 秋田市:1983年日本海中部地震秋田市新屋松美町地震被害調査報告書,1985
- 6) 平井芳雄・加倉井正昭・丸岡正夫・山下 清・青木雅路:液状化した埋立人工島の直接基礎の挙動とその評価,基礎工,Vol.24,No.11,pp60-63,1996.11
- 7) 加倉井正昭・青木雅路・平井芳雄・俣野 博:埋立て人工島における直接基礎の挙動,土と基礎,Vol.44.No.2, pp.64-66,1996.02
- 8) 松尾雅夫・辻 英一・北川 勝・小野俊博:埋立地盤におけるフーロティング基礎の効果,基礎工,Vol.24, No.11,pp54-59,1996.11
- 9) 吉見吉昭:砂地盤の液状化(第二版),技報堂出版,1991
- 10) 奥村俊彦氏による提供
- 11) 奥村俊彦・石川 裕:兵庫県南部地震における西宮市内の被害とその特徴,第23回地震工学研究発表会, pp.581-584,1995.
- 12) 地盤工学会:1999年トルコ・コジャエリ地震調査報告書,2000.02

- 13) 森伸一郎：1999年台湾集集地震時における南投市のある高層建物の液状化災害,第55回土木学会学術講演会,I-B427,pp.854-855,2000.09
- 14) 地盤の液状化対策に関するシンポジウム,土質工学会編,委員会報告「液状化に関する一斉計算」pp.77-190,1991.
- 15) 吉澤睦博・鬼丸貞友・佐治 聡・矢島淳二・熊谷裕道・内田明彦・畑中宗憲：サンドコンパクションパイル工法で改良された地盤に建つ直接基礎構造物の地震時挙動,第10回日本地震工学シンポジウム,pp.443-448,1998.11
- 16) Liu,L. and Dobry,R. : Seismic response of shallow foundation on liquefiable sand,Geotechnical and Geoenvironmental Engineering,ASCE,Vol.123,No.6, pp.557-567,1997.
- 17) 福武毅芳：液状化を利用した地盤免震と構造物への影響(その2),第36回地盤工学研究発表会,pp.1735-1736,2001.06
- 18) <http://oce.oce.kagoshima-u.ac.jp/users/kdoboku/mokuji.html>
- 19) 福武毅芳・長谷場 良二・山口 弘信・竹脇 尚信・吉原進：西田橋基礎の地震応答シミュレーション -沖積地盤上の石造アーチ橋の移設計画-,第18回土木史研究発表会,pp.395-410,1998.06
- 20) 福武毅芳：土の多方向繰返しせん断特性を考慮した地盤・構造物系の三次元液状化解析に関する研究,名古屋工業大学博士論文,1997.09
- 21) Fukutake,K., Ohtsuki,A., Sato M. and Shamoto,Y. : Analysis of saturated dense sand-structure system and comparison with results from shaking table test, Earthquake Engineering & Structural Dynamics, Vol.19,No.7,pp.977-992,1990.10
- 22) 大槻 明・福武毅芳・藤川 智・佐藤正義：液状化時群杭挙動の三次元有効応力解析,土木学会論文集,No.495/I-28,pp.101-110,1994.7
- 23) Ishihara,K. : Stability of natural deposits during earthquake,Proc. of the 11th ICSMFE, Vol.1, pp.321-376,1985.
- 24) 宮木宗和・畑中宗憲・鈴木善雄・鈴木宏政・矢村佳則：グラベルドレーンや高密度領域による耐液状化基礎工法の模型振動実験, 第20回土質工学研究発表会,pp.751-752,1985.
- 25) 吉見吉昭・桑原文夫：小規模建物のためのベタ基礎主として液状化対策として,土と基礎,Vol.34,No.6, pp.25-28,1986.
- 26) 軟弱地盤における地震動増幅シンポジウム,土質工学会,1994.10
- 27) Kokusho,T. and Matsumoto,M. : Nonlinearity in site amplification and soil parameters during the 1995 Hyougoken Nanbu earthquake,Soils & Foundations Special Issue for the Hyougoken Nanbu earthquake,pp.1-9,1998
- 28) 国生剛治：表層地盤の地震動増幅特性に与える地盤物性の影響,第10回JEES,パネルディスカッション,pp.35-40,1998
- 29) 松井信義：埋立地盤における地震動の増幅特性に関する研究,日本建築学会構造系論文報告集,第451号,pp.89-98,1993.09
- 30) 国生剛治・高橋佳宏：三宮駅付近を通る断面の表層地盤における非線形地震応答特性,第34回地盤工学研究発表会,pp.1967-1968,1999.07
- 31) 阿部 博・森 洋・福武毅芳・藤川 智：兵庫県南部地震で被災した河川堤防の調査と液状化解析,土木学会論文集,No.568/Ⅲ-39,pp.89-99,1997.6
- 32) 風間基樹：地表面応答に及ぼす中間軟弱粘土層の非線形性の影響,土木学会論文集,No.575/Ⅲ-40,pp.219-230,1997.09
- 33) 三十三間堂にある説明パネル
- 34) 前田健一・小池二三勝・成田英俊：粘性介在物を有する地盤の免震特性に関する非線形解析,第33回地盤工学研究発表会,pp.927-928,1998.07
- 35) 森川嘉之・山崎浩之・小池二三勝：免震層を有する地盤の振動台実験,第35回地盤工学研究発表会,pp.2423-2424,2000.06
- 36) 三藤正明・山崎浩之・森川嘉之・亀山和弘：ケーソン式護岸の免震技術に関する実験的研究,第2回免震・制震コロキウム,pp.339-344,2000.11
- 37) 岩崎 等・紺野克昭・足立格一郎・鈴木絵理子・菅沼洋介：人工地盤による免震構造の地震応答低減効果に関する研究,土木学会第54回年次学術講演会I-B,pp.214-215,1999.09
- 38) 廣田昌憲・石村紀久雄・鈴木康嗣・三浦賢治・永野正行・清田芳治：地震応答低減地業の開発 その1 解析的検討と材料試験,日本建築学会構造系論文報告集,第448号,pp.37-46,1993.06
- 39) 鈴木康嗣・廣田昌憲・石村紀久雄・三浦賢治・清田芳治：地震応答低減地業の開発 その2 高減衰材料の動的変形特性,日本建築学会構造系論文集,第458号,pp.29-38,1994.04
- 40) 鈴木康嗣・三浦賢治・清田芳治・菅原良次・松本尚志：地震応答低減地業の開発 その3 地震応答低減効果に関する実験的検討,日本建築学会構造系論文集,第493号,pp.65-72,1997.03
- 41) 豊島光夫：絵でみる基礎専科(上), 建設資材研究会, pp.340-341,1975
- 42) 岸田英明博士：私信, 2001.06

- 43) 明石信道：旧帝国ホテルの実証的研究,東光堂書店,pp.347-359,1972
- 44) Wright,L.,F.・二川幸夫：グローバルアーキテクチャ No.53,帝国ホテル(審判の日にそなえる建築),1980.01
- 45) 渡辺義雄・内藤多伸・明石信道・山本学治：帝国ホテル フランクロイドライトの建築,鹿島研究所出版会,pp.13-14,1968.12
- 46) <http://www.gefyra.gr/>
- 47) Combault,J.・那須 誠・小沼恵太郎：リオン・アンティリオン橋の建設,橋梁と基礎,Vol.34,No.12,pp.17-21,2000.12
- 48) Combault,J. : Seismic evaluation of the Rion-Antirion Bridge,Structural Concrete - The bridge between people,fib Symposium,Vol.2,pp.731-735,1999.10
- 49) 川島一彦：リオン-アンティリオン橋の耐震設計,橋梁と基礎,Vol.35,No.3,pp.33-36,2001.03
- 50) 金井重夫・小椋仁志・須見光二：摩擦杭基礎の地震に対する安全性,基礎工Vol.24, No.11, pp.69-73, 1996.11
- 51) 節杭を用いた建物の調査報告書,ジオトップ,1996.04
- 52) 萩野芳章・出村禧典・加藤康司・松田國夫：六甲アイランド埋立地の摩擦杭で支持された構造物の地震時挙動解析,土と基礎Vol.44, No.3,pp.34-36,1996.03
- 53) 小椋仁志・平尾光太郎・岡田克幸：節杭+砂利充填,基礎工Vol.23, No.12, pp.82-87, 1995.12
- 54) 日本建築センター：建築物の構造規定, pp.395-398,1997.
- 55) 入門・建物と地盤との動的相互作用,日本建築学会,1996.04
- 56) 福武毅芳：ポートアイランドにおける地盤の液状化と基礎の挙動解析,日本建築学会関東支部構造部会シンポジウム,兵庫県南部地震における地震動と建築物の応答,pp.9-16,1995.12
- 57) 藤川 智・福武毅芳・玉置 克之：部分固化による杭の応力低減効果の三次元液状化解析による検討,第31回地盤工学研究発表会,pp.1293-1294,1996.
- 58) 櫻井康弘・北詰昌樹・森永真朗：直杭の深層混合処理による耐震補強に関する実験的研究,第36回地盤工学研究発表会,pp.1757-1758,2001.06
- 59) 鈴木吉夫・鬼丸貞友・内田明彦：兵庫県南部地震における格子状地盤改良効果の検討,日本建築学会大会学術講演梗概集,B-1,pp.629-630,1996.09
- 60) 藤川 智・福武毅芳・大槻 明・吉見吉昭・中村康一：三次元液状化解析を用いたソイルセメント壁による杭の曲げモーメント低減効果の検討,日本建築学会大会学術講演梗概集,B構造 I ,pp.1457-1458,1994.
- 61) 藤川 智・福武毅芳・大槻 明・吉見吉昭・中村康一：連続地中壁による杭-地盤系の液状化防止に関する三次元解析,第9回日本地震工学シンポジウム, Vol.1,pp.991-996,1994.
- 62) 金子 治・伊勢本昇昭・山口順子・船原英樹・藤井俊二：兵庫県南部地震におけるソイルセメント柱列壁で囲まれた構造物の地震時挙動,第10回日本地震工学シンポジウム,pp.401-406,1998.12
- 63) 福武毅芳：井桁壁基礎の三次元非線形解析による耐震性の検討 -液状化抑制効果の検討-,第32回地盤工学研究発表会,pp.1635-1636,1997.07
- 64) 福武毅芳：井桁壁基礎の三次元非線形解析による耐震性の検討 -杭の応力低減効果の検討-,第24回地震工学研究発表会,pp.673-676,1997.07
- 65) 小林恒一・西山高士 ほか：連続地中壁が杭基礎構造物の地震応答に及ぼす影響(その1~2),日本建築学会大会,B-1,pp.545-548,1998.09.
- 66) 藤川 智・福武毅芳：短杭併用による支持杭の応力低減効果の解析的検討,日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造I,pp.781-782,1997.09
- 67) 藤川 智・福武毅芳：短尺な斜杭の併用による杭基礎の液状化対策の解析的検討,第10回日本地震工学シンポジウム, STS1-7,Vol.1,pp.55-60,1998.11
- 68) 福武毅芳・長島一郎：液状化と基礎の設計事例 -新しい基礎形式と相互作用-,第6回構造物と地盤の動的相互作用シンポジウム,日本建築学会 基礎構造系振動小委員会,pp.115-134,2001.03
- 69) 土木学会地震工学委員会：杭基礎の耐震設計法に関するシンポジウム論文集・報告書,杭基礎に関する新工法・新技術,pp.375-398,2001.09
- 70) 大槻 明・森利 弘・西山高士・宮澤裕和・清田芳治・法量良二：基礎・地盤の耐震性向上技術に関する研究 (その2) 動的解析による杭基礎補強効果の検討,日本建築学会大会,B-1,pp.769-770,1999
- 71) 特開平04-148852：制震杭基礎構造
- 72) 特開平11-124864：杭の免震構造
- 73) 特開平11-303066,脆弱破壊を防止する耐震杭
- 74) 特開平2-183009：地震で変位する杭とその施工方法
- 75) 特開平09-310344：プレストレスコンクリート耐震・免震杭
- 76) 特開平10-219678：杭構造
- 77) 特開平10-231519：杭構造
- 78) 特開平11-310927：大変形を許容する場所打ちコンクリート杭
- 79) 特開平60-43520：免震性基礎杭および継ぎ足し杭
- 80) これからの基礎設計 阪神大震災の教訓, Structure, No.57, pp.46-50, 日本建築構造技術者協会, 1996.01

免震戸建て住宅(4号建築物)の免震層の施工実験

普及委員会戸建住宅部会委員長 中澤昭伸

1. はじめに

昨年(平成12年)6月の建築基準法の改正を受けて、去る平成12年10月17日付けで建設省告示(現国土交通省)第2009号において、免震建築物の構造方法に関する安全上必要な技術的基準を定める等の件が出された。

これにより、免震建築物は従来、大臣認定書取得が必要とされてきたが、ある一定の条件を満たし、定められた計算により設計すれば確認申請のみの手続きで設計可能となった。

また、構造計算を行わない建築物(4号建築物)においても、免震の道が開かれようとしている。

今回の施工実験は、先の告示に示された仕様規定の条件を満足するように、現在市販されている製品を使用し、その可能性を示そうとしたものであると考える。これによって、戸建て住宅の免震化の発展に寄与しようとするもので、このような実験は大いに歓迎するものである。

2. 実験目的

このたびの建築基準法の改正に伴い、戸建て住宅規模の建物については、関連告示に示される仕様規定を満足すれば特別な構造計算無しに免震建築物の建築確認ができる道が開かれようとしている(いわゆる4号建築物)。その仕様の一つとして、免震部材と建物の上に厚さ18cm以上のRCスラブを設けることが示されている。一方、戸建て住宅規模の建物に適用できる免震部材は、建物重量・コスト等から滑り・転がり系支承を用いることになるが、これらの支承は高さが十数センチ程度となる。この部分に従来の方法でRCスラブを打設しようとするれば、図1に示すように、基礎スラブと床スラブとの間に60~70cm程度の空間が必要となり、免震部材下に基礎又は架台を設ける必要がある。

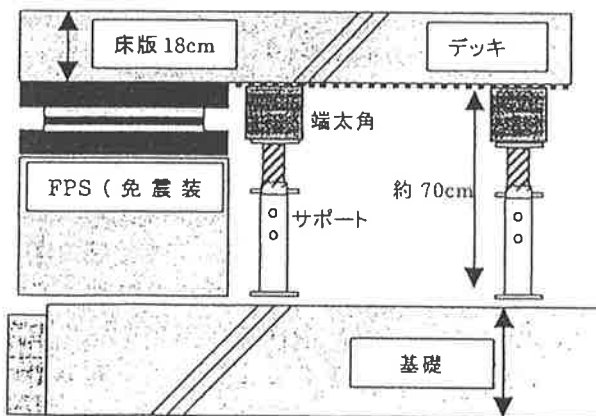


図1 従来の施工方法

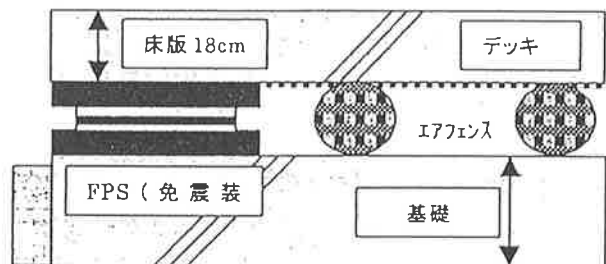


図2 本構法の概要

これでは、滑り・転がり系支承のメリットである部材の低さを活かさないばかりでなく、空間の無駄遣い、1階床が高くなることによる建物へのアクセスの悪さ、アクセス部分の大型化・複雑化・躯体増加など、使い勝手・コスト面でデメリットが増えてくる。

そこで、今回の実験において、図2に示すようにスラブの型枠には捨て型枠、支保工にはエアフェンス（自転車のチューブを直線上にのばしたようなもの、現在基礎ばり等の水平打ち継ぎ部のコンクリート止めによく使われる。図3参照）を用い、基礎と打設する床スラブに十数センチの隙間しかなく、低コストで安全にコンクリートの打設が出来る構法を考え、その施工性を確認しようとするためのものである。

3. 実験概要

図2，図4に示すように、基礎鉄筋コンクリートスラブ（告示では25cm以上の厚さ）上の四隅に、オイレス工業(株)が提供する球面滑り支承（FPS-H、図5参照）を4ヶ所設置（スパン5,700mm×5,150mm）し、免震層上部鉄筋コンクリートスラブ（厚さ18cm）の下に、沼田金属工業(株)提供のロットデッキを型枠兼用として設置し、その下に1,030mmピッチにトーヨー産業(株)が提供するエアフェンス（図3参照）を設置し、サポートとして使用する。

このような工法を採用する事で、コンクリート打設後型枠を取り出す事もなく、又、エアフェンスの空気を抜きエアフェンスを取り出す事で、非常に小さな免震層の空間を造るというものである。実験に際しては下記の項目について検討する。

- 1) 支保工（エアフェンス）・型枠のたわみ
- 2) コンクリートの仕上がり状況（ひび割れ発生の有無等）
- 3) コンクリート（供試体及び構造体）の諸物性
- 4) 免震装置の据付制度（精度の確保・確認の方法、コンクリート打設後の精度）
- 5) 施工に要する歩掛け（工期・コスト）

日時：平成13年8月1日（水）14:00～16:00

場所：(社)日本建設業経営協会・技術研究センター
屋外施工実験場

住所 千葉県印西市武西学園台2-1200
東京電機大学内

実施：上記内「小規模建物住宅免震実用化検討委員会」の「構法開発部会」。

メンバーは下記に示す。

(社)日本建設業経営協会・中央技術研究所
共立建設(株)

古久根建設(株)

徳倉建設(株)

日東大都工業(株)

協力：オイレス工業(株) 球面滑り支承（FPS-H）

沼田金属工業(株) ロットデッキ

トーヨー産業(株) エアフェンス

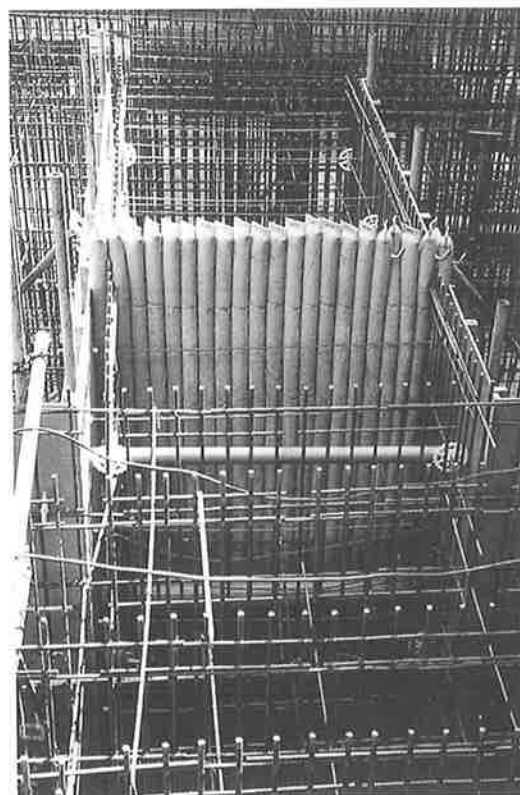


図3 地中ばりに使用したエアフェンス

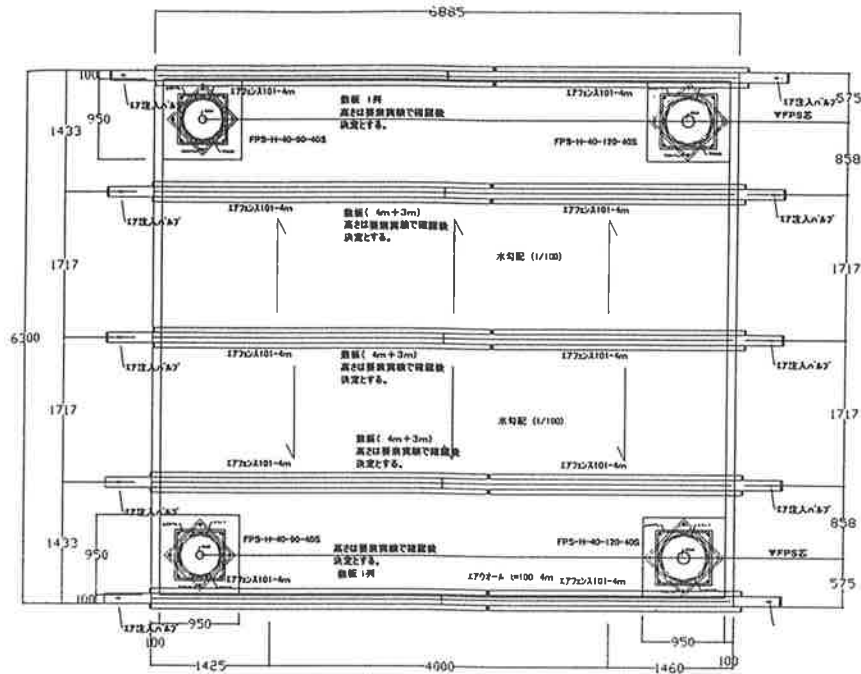


図4 エアフェンス配置計画図

4. 使用材料

使用した材料の内、エアフェンスの規格表（トヨー産業(株)）を表1に、球面滑り支承（FPS-H）の規格（オイレス工業(株)）を表2に示す。

表1 エアフェンスの規格
(表中塗りつぶしの製品を使用)

規格 \ 長さ	0.6 m	0.8 m	1.2 m	2 m	3 m	4 m	5 m	6 m	7 m	8 m
501	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
503	△	△	△	○	○	○	○	○	△	○
801	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○
803	△	△	△	○	○	○	○	○	△	○
101	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○
103	△	△	△	○	○	○	○	○	△	○

※枠内の○印は規格品、△は特注品
 ※規格の見方 (例)501サイズ50 タイプ1
 タイプ1：片側が丸型（縦使用）
 タイプ2：両側フラット型（横使用）

表2 使用する免震装置

装置種類	高さ	適用最大荷重	使用
FPS-H-40 90 40S	90	190kN	2基
FPS-H-40 120 40S	120	330kN	2基

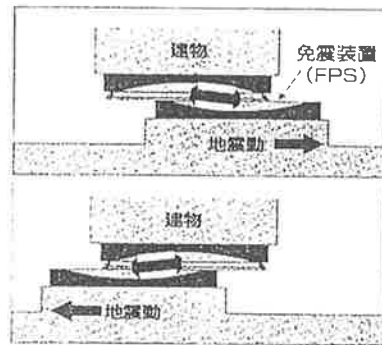
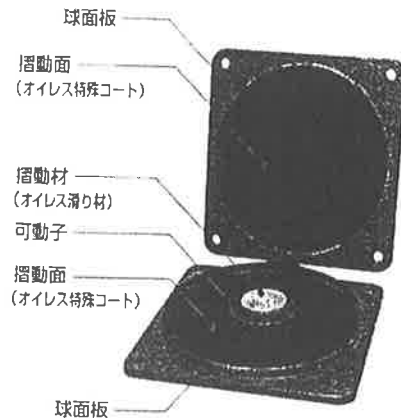


図5 免震部材 (FPS-H)

5. 施工工程

施工実験で実施した施工工程は、図6に示すような工程で行い、基礎コンクリート打設後、4日間で施工完了となっている。その手順を図に示したものが図7である。

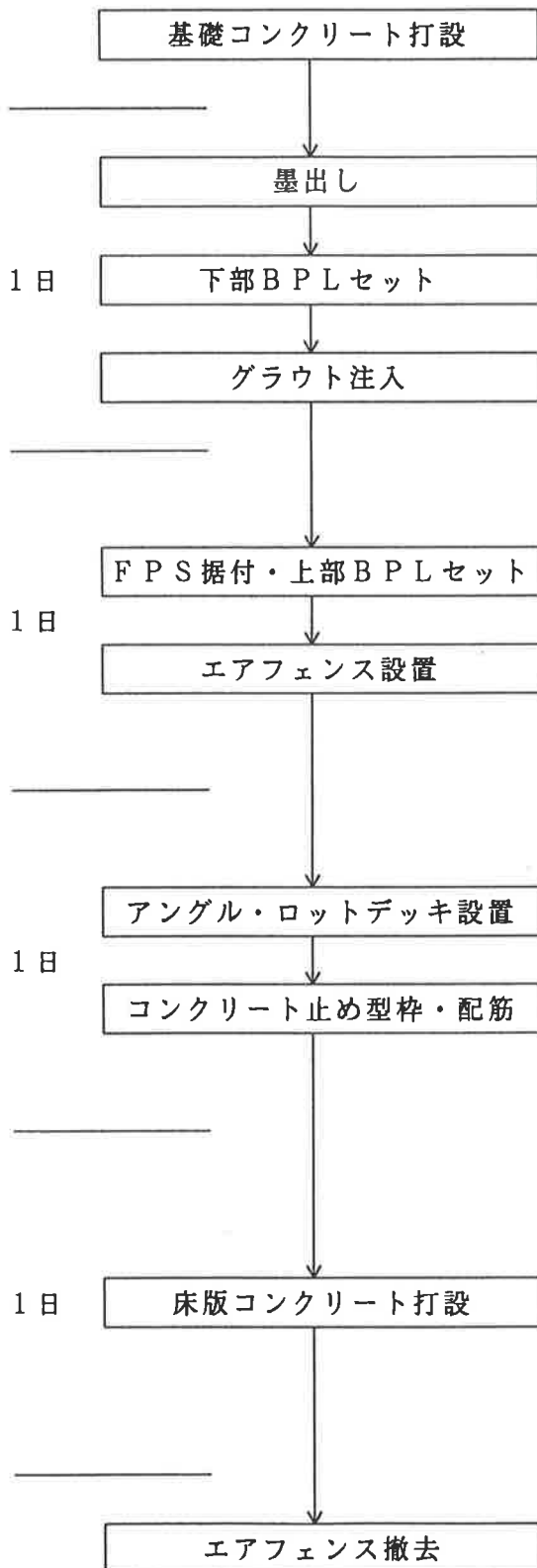


図6 施工工程

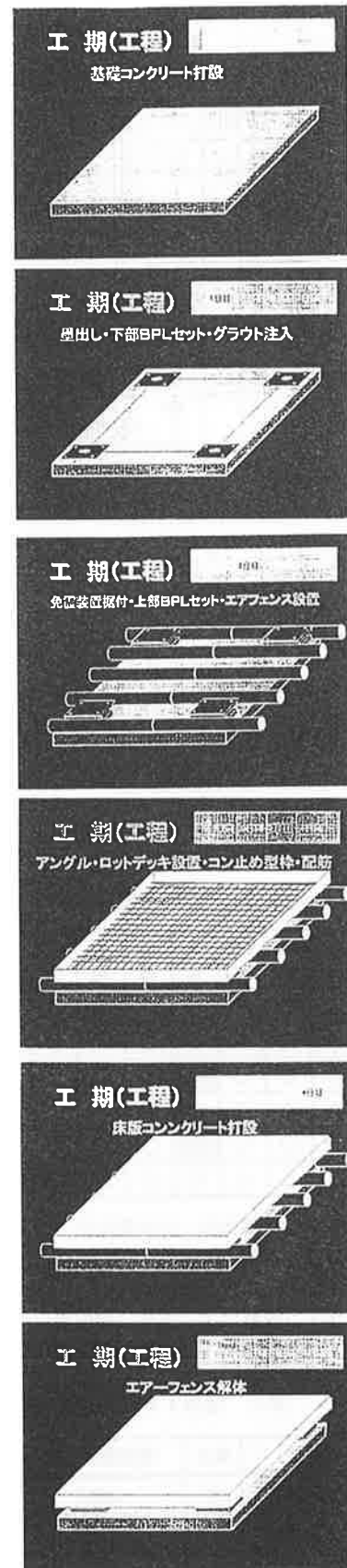


図7 施工手順

6. 見学記

建築基準法改正後、建設省告示（現国土交通省）により免震建築物が大臣認定なしに設計できることができ、また、戸建住宅（いわゆる4号建築物）の免震化も構造計算をしなくとも可能な道が開かれようとしている事を受け、今回のような既製品または既製材料を使用し、戸建てに適した免震層の施工の可能性を実験により確認したことは、大いに歓ぶ所です。

今回の施工実験では鋼製のFPSを使用しており、重機による作業となっていたが、今後は一般の戸建て住宅周辺の道路事情を考慮し、重機を必要としない重量の軽いアルミ製のFPSを使用することで、装置等の設置は手作業で行う方向で考えているとの事です。

また、見学者の中から、免震層の空間が小さすぎて十分な点検ができないのでは、とか、免震装置の施工中のためのロックを後で外し忘れはしまいかというヒューマンエラー等の意見が出されました。（施工状況は写真1～4参照）

しかしながら、これらの事は設計又は施工の段階で十分解決できる事であり、実用的には問題ないと考えます。

今回の実験がハウスメーカーではなく、一般の施工会社より実行された事に非常に興味を持ち、それだけ戸建て住宅の免震化への意欲を感じ取りました。今後、各社がそれぞれの実験、研究を行い、免震戸建て住宅が増え、地震時の地域防災の飛躍的な向上へと繋がれば良いと考えます。

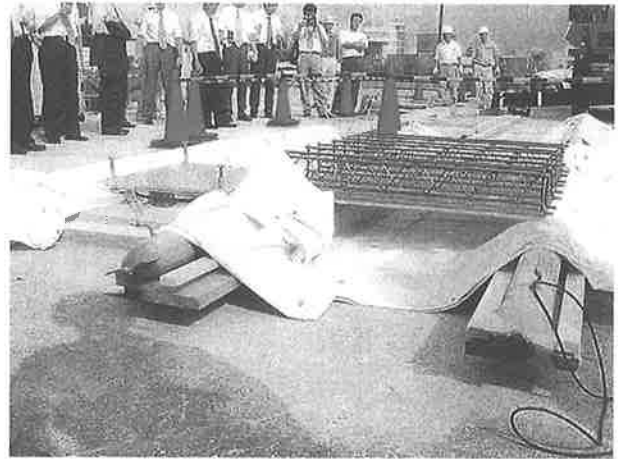


写真2 ロットデッキ及びエアフェンスの設置状況

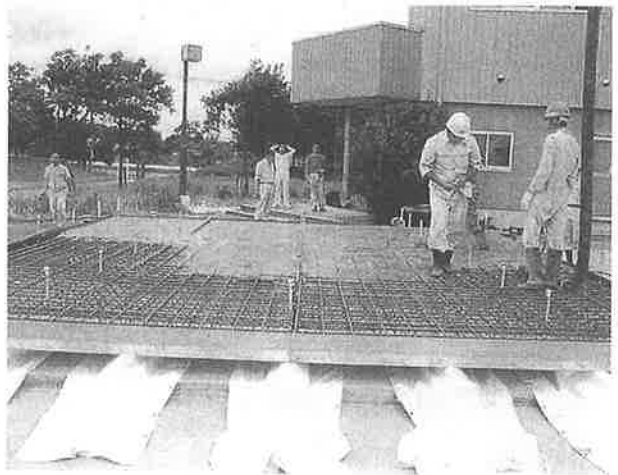


写真3 免震層上部のコンクリート打設状況

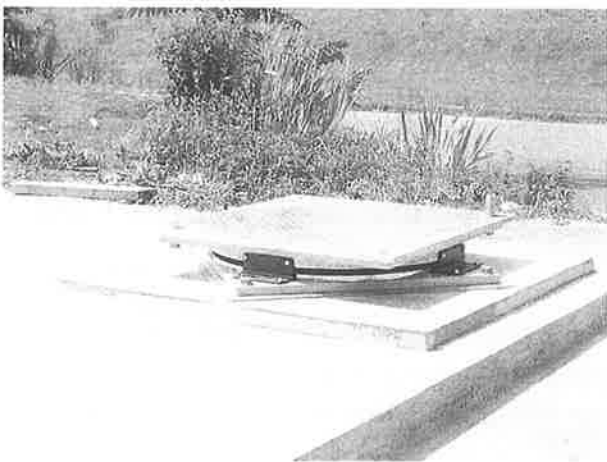


写真1 FPS-Hの設置状況



写真4 免震層施工完了状況

はじめに

昨年 10 月に免震建築物と免震材料に関する告示が発行された。これに伴ういくつかの質疑や要望事項を協会が窓口となってまとめたものを昨年末に建設省建築指導課に提出しました。これらに対し、国土交通省建築指導課からこのたび回答を得たものです。この質疑・要望事項、回答集を参照されて建築物の設計や施工等に役立てていただければ幸いです。

(社) 日本免震構造協会

建設省建築指導課への質疑・要望事項

1. 一般的な質問

1. 一般事項

1.1 全般

01・今回はじめて免震建築物が法令上定義されましたが、免震構造はまだ歴史も浅く今後の技術開発により大いに進展するものと思われます。従ってその時代の技術に合わせて告示等を速やかに改正していただきたい。これまでのように一度告示が出てしまうと長期間改正されないと云うようなことではなく、法が技術の発達を阻害しないようにしていただきたい。

[回答]

建築基準法（以下「法」という。）が技術の発達を阻害しないことはもちろん大切なことであり、告示を改正するにはその技術が十分な評価を経て技術的な信頼性が確かめられていることが必要です。今回の告示についてもこれまでの技術的データの蓄積の上に立って制定されたものです。

02・今回旧第 38 条が撤廃されましたが、この第 38 条は、新構法や新製品等の開発に大いに貢献したと思います。今後告示等に記載されていない構法や製品を開発した場合、規制緩和の点からも、これをシャットアウトすることなく助成していただきたいと思います。旧第 38 条に匹敵するような条項を設けていただくか、新規開発された構法や製品に対して特別の認定制度のようなものを設けることをお願いします。

[回答]

建築基準法施行令（以下「令」という。）に定める仕様規定に抵触するため、旧法第 38 条で特殊な構造とされていたものについては今後、令第 36 条第四項の規定に基づき令第 81 条の 2 の規定に基づく構造計算を行い、その安全性について大臣の認定を受けるか、又は令第 82 条の 6 に規定する限界耐力計算を行うこととなります。なお、別途告示が新規制定又は改正され、従前抵触していた構造方法に関して安全上必要な技術的基準を定めるか、又は仕様規定を適用除外できる構造計算の基準を定めた場合は、当該告示の規定によることができます。また、新規開発された免震材料については、令第 37 条第二号の規定に基づき、大臣の認定を受けることとなります。

03・限界耐力法や免震建築物等の構造計算法が今回示されましたが、同様な構造計算の方法は他にもありますので、今後提案される構造計算法を加えて、性能設計時代に相応しく、設計者が構造計算法を自由に選べるようにしていただきたい。

[回答]

免震建築物に関する平 12 建告第 2009 号第 6 に規定する構造計算の基準は、時刻歴応答解析によらずに建築主事による建築確認ができることを主眼において定められたものです。当該構造計算は限界耐力計算と同等以上の構造計算であるため、必要最小限の仕様規定（耐久性等関係規定）以外の仕様規定は適用除外となります。

04・指定評価機関で性能評価を行う場合、性能規定の解釈が審査機構や評価委員によって異なるようにしていただきたい。基準や規定がない場合はその解釈基準を事前に定め、評価を受ける側に明示していただきたい。

[回答]

指定性能評価機関においては業務方法書を作成し、免震材料に限らず性能評価の対象となるものは、それぞれ業務方法書に基づいて客観的な評価基準のもとで性能評価が行われております。なお、免震材料については、「免震建築物の技術基準解説及び計算例とその解説（平成13年5月）」において、品質基準に係る規定の考え方を示しているのので、性能評価を受けるに当たり参考になると思われます。

05・免震建築物の普及・発展のため、引き続き免震建築物の実績を把握しておいた方が良いと思いますので、特に確認申請されたものに関し、各指定性能評価機関、指定確認検査機関と連携をとって、これまでセンターで行ってきた程度のデータの情報公開を行ってほしい。

[回答]

大臣認定を受けた免震材料については、その一覧を国土交通省建築指導課で閲覧できる予定です。

06・取得した一般認定も、残り1年足らずで無効になりますが、どのようなルートであれ、既一般認定の内容を有効にする方法を確立して欲しいと思います。特に、装置や上部構造をある範囲に限ったシステムであれば、それを相応に評価する制度が是非とも必要と思われます。

[回答]

「JSSI 免震建築物」は旧法第38条の規定に基づき認定されたものなので、平成13年5月30日をもって効力を失います。この認定は平12建告第2009号および平12建告第1446号の施行までの経過措置とされておりましたので、一般認定失効以降は告示に定められた規定に拠ることとなります。

1.2 免震層及び免震部材の維持管理

07・評定では施工精度管理や維持管理に関する審査がありましたが、告示では維持管理に関する規定がないと思われます。確認で許可された免震建物の通常点検、定期点検及び臨時点検については、何か良い方法はないのでしょうか。

[回答]

平12建告第2009号は免震建築物の構造方法に関する安全上必要な技術基準を定めたものであり、維持管理まで包含するものではありません。しかし、点検は法規上必要であり、それを妨げないよう本告示では耐久性等関係規定が定められており、構造計算の有無にかかわらず全ての免震建築物に適用されます。

1.3 耐火・防火関連

08・耐火設計ルートに関して、中間層免震とした場合は、免震層以外も含み建物全館について詳細設計ルートで耐火設計が必要という行政指導が行われるということですが、免震層以外は通常の検討で良い方向にしていっていただきたい。(基準法9条の二では、一つの建物でルートの混用は可能なようにも読み取れます)

[回答]

免震建築物の構造安全性の解説書の中で免震建築物の耐火に関する性能の評価法について述べていますので参照してください。

09・今回の告示では、柱頭免震等が範疇外ですが、特別検証法のルートで耐火被覆の問題が発生するため、今回の改正に伴い、免震部材の耐火被覆がどのように取り扱われるのかを説明しておく必要があると思いますが。

[回答]

耐火材については、法第2条 七 耐火構造の規定の中で、「国土交通大臣が定めた構造方法によるものまたは国土交通大臣の認定を受けたもの」という規定があります。また、免震材料を取り付けた柱は令第107条一号の耐火性能を要求されることとなります。したがって、免震材料と耐火被覆を併せた耐火性能が必要となりますので、これらについては各指定性能評価機関において別途性能評価を受けて頂くこととなります。

10・免震部材の耐火材料に関する認定が現時点では整備されていないので、個別の案件毎に一括して審議?のような話も聞いていますが、認定はどうなりますか。免震部材を耐火構造にするための技術的基準が無いと免震部材は使用できないのでしょうか。或いは、指定建築材料ではないので、主事がOKすればなんでも良いのでしょうか。

[回答]

(09)と同じ。

2.免震建築物と免震材料の両告示関連事項

2.1 両告示に関連する事項のうち設計一般

11・告示に示された加速度応答スペクトルは限界耐力計算におけるものと同じであり、建物の高次モードの影響を考慮した割増がなされています。限界耐力計算では、1次モードが卓越する建物についてはBdi (Bsi) で調整していますが、免震建物設計では高次の影響がほとんどないにもかかわらず加速度応答スペクトルを低減していません。良いのでしょうか。

[回答]

免震建築物はこれまで全て時刻歴応答解析法によっていましたが、告示では簡略法の応答スペクトル解析法によっているためある程度の安全率を見込んだものとなっています。従って低減することはありません。

12・免震部材認定において、部材特性(剛性、減衰)を規定歪(100%歪の場合が多い)において決めているようですが、まず部材個々の歪依存の特性式を認定することが絶対に必要で(時刻歴応答解析により認定を受ける場合はこの式を用いて良いこととすべき)、その上で応答スペクトル法による取り扱い方を決めるべきと考えますが如何ですか?

又、応答スペクトル法を用いる場合、上記の規定歪における部材特性だけにこだわらず、応答変位に応じて100~200%歪程度の範囲で歪依存の特性式に基づいて決めるべきと考えますが如何ですか?

[回答]

平12建告第2009号第6に規定する構造計算を行う場合、免震材料は出来るだけ設計を簡略化するために、現行の免震材料を調査した結果概ね100%時の歪み特性で代表できることから規定ひずみを決めています。時刻歴応答解析等による構造計算では、免震材料ごとのひずみ依存を考慮した特性で時刻歴応答解析を行うこととなります。

13・免震建築物の告示にある免震層の振動の減衰による加速度の低減率の式についてですが、変

位によって周期が変化するタイプのベアリング支承の場合、ばね材を念頭に定められた告示内の低減率の式は当てはまりません。従いまして、ただし書きに則って加速度低減率の式を提案することになりますが、提案に当たって確認申請の段階で良いのでしょうか、それとも指定評価機関での認定が必要なのか、ただし書きの取扱いについてどのようになるのでしょうか。

[回答]

平 12 建告第 2009 号第 6 第五号口(3)のただし書の規定による検討の妥当性は、建築確認における建築主事の判断となります。ただし一般的には、論文等による知見が得られていることが必要となります。

14・免震建築物の告示にある地震力の計算式内の G_s についてですが、表層地盤による加速度の増幅率 G_s を求める方法として精算法と簡略法がありますが、精算法を用いて G_s を求める場合、ボーリングのデータが必要になります。しかし、戸建住宅の場合、ボーリングの調査費用もかさみます。近隣のボーリングのデータが使えるのかどうか、又、建設地より何 km の範囲内のデータと言った条件がつくのかなどどのようになるのでしょうか。

[回答]

近隣のボーリング調査等により適切に当該敷地における表層地盤の増幅率を評価することが出来れば、近隣におけるデータを援用することは可能です。

15・地震の特徴や大きさ、地盤の不良性等を安全側に見積もれば見積もるほど、免震住宅の変位量が大きくなり、その結果免震材料も大きなものにせざるを得ず、大幅なコストアップをもたらします。これに歯止めをかける方法として、ある大きさの変位に達するとストッパーを働かせることにより強制的に変位を拘束する策が有効であると思います。勿論、ストッパー作動時の上部構造に発生する加速度やせん断力をあまり大きくしないような工夫が必要ですが、うまく減衰を働かせることにより、上手なソフトランディングが可能です。これは特に住宅免震の事情を考えると今後の普及にとって不可欠と思えるほど重要な事項と考えます。既一般認定ではストッパーを含めた免震性能及び上部構造の安全性を認定されております。免震材料の一つとしてストッパー装置を加えて欲しいと思います。

[回答]

平 12 建告第 2009 号第四第一号口には、上部構造に作用する荷重及び外力を、免震材料のみによって安全に下部構造に伝える構造とすることが規定されているので、ストッパー機構も免震材料の一部として認定を受けることが必要です。質問にあるように、外力に応じて自動的に作動するストッパー機構を設ける場合は、平 12 建告第 2009 号の規定に拠らないものとして時刻歴認定ルート建築物として取り扱うか、又は、平 12 建告第 2009 号第六の構造計算ルートにより、ストッパー機構を含む免震材料のせん断の短期許容応力度を、水平基準変形の $2/3$ の変形を与えたときの水平変形の応力度をもとに算出することとなります。

2.2 両告示に関連する事項のうち免震材料一般

16・免震建物の免震材料（支承材）は、告示の 2009 号並び 2010 号が適用されますが、従来建物で、渡り廊下支持用の支承、高層建物と低層建物のつなぎの支承（エキスパンションジョイント支承）及び体育館等の屋根梁受け支承等が現在でも数多く使用されていますが、免震の機能上設置するものではないため、部材認定を必要としないと考えてよろしいでしょうか。

[回答]

平 12 建告第 2009 号第一に規定する用途で使用せず一般に構造計算をする際のモデル化にあたって無視し得る場合、つまり、上部構造に作用する荷重及び外力を下部構造に伝える機能を有さな

い材料であれば、材料認定は要しません。

17・旧法第 38 条の復活が出来ないのであれば、新規開発部材に対する認定を容易にする措置が技術開発促進のためには絶対必要と考えます、これに関連して積層ゴムのゴム総厚を少し変えるとか、オイルダンパーのストロークを少し変えるというような変更に関しては、即認定しても良いと思ますが如何か？

[回答]

若干のスペックの変更にあたっての性能評価の簡略化の可能性も含めて、性能評価における運用については、指定性能評価機関の担当者を交えて建築基準性能規定検討委員会（事務局：住宅局建築指導課・国土技術政策総合研究所）における小委員会のなかで検討致します。

18・粘弾性材料の場合、厚みや寸法がその都度異なります。それにしただってその都度認定を受けることは事実上不可能です。これは、各材料メーカー共通の意向と思われませんが如何でしょうか。

[回答]

厚みや寸法の最大値と最小値を規定し支承外径との関係で認定を取りたい範囲を定め、範囲の外周に位置するサイズと中央のサイズとで変化しないこと又はある一定の変化率となることを証明してそれらのサイズに対して性能評価を受けることが可能か否かについては、指定性能評価機関とよく相談の上性能評価を進めてください。ただし、材料(例：ゴム材料等)が異なる等の特性の連続性が十分証明されていない事項については、基本的にその材料ごとの性能評価となると考えられます。

19・指定建築材料として認定された免震装置以外を使用する場合の設計及び免震装置の手続きは、以下のどの方法になるのでしょうか。

例：1)材料の認定を受けた後に、免震建築物の設計の個別認定を受ける方法

2)材料の認定と免震建築物の設計の認定は平行作業とする

3)その他の方法

[回答]

免震建築物の性能評価を受けるに当たり、指定建築材料の認定を受けていない免震材料を用いる場合は、まず指定建築材料の認定を受けてから免震建築物の性能評価申請をしていただくことが基本ですが、免震建築物の性能評価と並行して免震材料の性能評価を受けることを希望される場合は、指定性能評価機関とよく相談の上手続きを進めて下さい。

20・今までの実験や式を用いて免震部材を設計することは、許されないのでしょうか。性能設計時代に、性能試験により性能を確認しながら行う設計は問題がないと思うのですが。

[回答]

(17)の回答参照。

21・OEM 生産する場合の認定は必要ですか。

例えば、A 社が認定取得済みの製品を、B 社ブランドで B 社に供給する場合。認定が必要な場合、B 社が A 社を外注先として申請すれば良いのでしょうか。

[回答]

A 社が認定済みの製品を B 社ブランドで供給する場合及び B 社が A 社を外注先として B 社が認定を取得する場合のいずれにおいても、A 社が当該免震材料の製造工程全般における品質に対する責任者となり得るので、品質管理の責任と権限を明確にする意味で、基本的には A 社も共同申

請者となるのが適当と考えます。製造若しくは検査又は設備の管理の全てではなく、それらのうちの一部を外部に行わせていることを「外注」としているのです、その外部委託の程度については、性能評価の際に要相談事項となるでしょう。

22・第 37 条の認定材の日本建築センターでの審査は実績重視であり、実績のない新規品及び開発品に対して大変壁が厚いと思います。今回各社が認定を受け、その後に出て来る製品の多くは、ほとんどが実績のない新規品及び開発品になるのではないかと考えられます、告示の基準はどこにも新規品及び開発品は除くという記述はありませんが？

① 改正法の範囲内で下記の様な方法が取れるでしょうか？

新規品、開発品を使用して設計する場合、縮小モデル及び類似品の実験データを基にしたシュミレーション計算による外挿を許容して、条件付で設計の認可を出し、建物の着工を許可する。条件付認可の条件として、出荷時検査は実物により、法の規定する試験を行う検査法を提出させ、検査後、データ承認を受けて正式認定とする。

*この方法であれば、製品の改良、開発が容易であり、かつ新規参入も容易になり法改正の目的である規制緩和の趣旨に合致するものと思われる。

*尚、出荷時検査に合格しないと建物が承認されないで、メーカー責任も重くなり、安易な申請は防止出来ると思われる。

*又、旧法による個別評定の流れの範囲内であるので、違和感はないと考えます。

*この方法は、条件付認定という法の運用方法が可能か如何かが問題と思われる。

② 上記方法が不可の場合；

*旧第 38 条の個別評定に代わる方法を是非設置していただきたい。

[回答]

基本的に条件付き認定はあり得ません。新規品、新製品の意味合いが問題となりますが、全く材料、形、機能が異なる新製品を用いる場合は、予めそれなりの開発行為の中で、基本特性を把握しておくべきと考えます。

23・オイルダンパーは多機種、少量生産であり受注生産方式を取っております。さらに、構造設計者の設計自由度を広げるために、変位及び特性はオプションとなっております。現在、日本建築センターの審査では認定品はこのような受注生産方式のものに対してもカタログ方式で製品を固定してしまうものになるようです。これではユーザーの要求に応じられません。何とか、適用範囲を定めた中で認定していただきたいと思っております。告示の基準にはどこにもカタログ方式とするとの記述はありません。もしどうしてもカタログ方式とするなら、変位、特性の変更に対してもっと簡易に認定する方法は無いのでしょうか。

[回答]

免震材料に係る性能評価を開始して間もないこともあり、今後、指定性能評価機関と評価に係る運用方法について調整する必要があると考えています。運用方法について、適宜、指定性能評価機関の担当者を交えて建築基準性能規定検討委員会（事務局：住宅局建築指導課・国土技術政策総合研究所）における小委員会のなかで検討致します。

24・免震材料は他の指定建築材料とは異なり、複合部材であります。又、その機能及び性能も免震材料毎に異なります。特に材料が安定して製作されることをどう評価するのですか。大臣認定後も、継続的に評価していくフォローシステムが必要ではないでしょうか。

[回答]

指定建築材料は免震材料の性能特性及び品質管理基準の 2 本立てで評価を行います。申請は製造メーカーが申請通りの品質管理を行えば、安定的にその製品の性能を維持できることを前提とし

ていますので、万一安定的に供給出来ないこととなれば、メーカー責任として重大な問題となります。

25・認定された免震装置は設計図書に認定番号を明記する必要があるのでしょうか。必要がある場合、設計者の申告だけでいいのでしょうか。その場合、官庁物件等ではほぼメーカー指定になってしまいます。あるメーカーの部材を使って設計した場合、その他のメーカーにこれに適合する部材がない場合、特命発注となる恐れがあります。設計者は、各社の異なる仕様を包括する幅を設定し、それぞれの性能に対し設計することは現実的に不可能です。何か良い方法はありますか。

[回答]

建築確認時には基本的に、免震材料の認定書の写しが必要となり、認定書の一部である別添内容も併せて提出することとなります。設計図書における認定番号の扱いについては、建築確認時に確認担当者に御確認ください。

II. 告示そのものに対する質問

1. 告示に直接関連する事項

免震建築物の告示（平 12 建告第 2009 号）及び免震材料の告示（平 12 建告第 1446 号）に関する事項の回答は「免震建築物の技術基準解説及び設計例とその解説」を参照されたい

1.1 免震建築物の告示（平 12 建告第 2009 号）に対する事項

01・地盤種別について

基礎ぐいを用いる場合は基礎ぐいの先端が第 1 種地盤又は第 2 種地盤に達すれば、第 3 種地盤でも良いのでしょうか。

[回答]

あくまでもべた基礎の底部を第 1 種地盤又は第 2 種地盤（液状化のおそれのないものに限る。）に達するものとするを規定しています。

02・液状化について

容易に液状化しなければ良いのでしょうか。地震時に絶対に液状化するおそれのない地盤は少ないと思います。液状化の判断基準はどのように設定すれば良いのでしょうか。

[回答]

地震時に液状化のおそれのある地盤は、おおむね次のイからニまでに該当するような砂質地盤であるとされています（「2001 年版建築物の構造関係技術基準解説書」pp.380 参照）。

- イ 地表面から 15m 以内の深さにあること
- ロ 砂質土で粒径が比較的均一な中粒砂等からなること
- ハ 地下水で飽和していること
- ニ N 値がおおむね 15 以下であること

なお、詳細な検討については、日本建築学会「建築基礎構造設計指針」が参考となりますが、液状化が懸念される場合は地盤の改良などを行うほか免震建築物の基礎の不同沈下などを避けるようにする必要があります。

03・第 2 の一の構造方法による(構造計算をしない、4 号建築)場合は、告示 2009 号の序文に「令第 38 条第三項の規定に基づく基礎の構造方法については第 3 に示す」とあり、告示 1347 号については杭材の規定のみ適用されるように読めます。ただし、第 6 の構造計算を行った場合は、第 3 の当該部分の規定が当てはまらなくなり、告示 1347 号に基づき立上りが必要となる可能性があるようにも読めますが、木造免震構造の土台下に鉄骨架台を回した場合等、立上りを設けるのは不可能と思います。文頭の立上りとは、どの部分を指すのでしょうか。

[回答]

立上りとは基礎の底盤から建物外周に立上りを設けるときのその部分を云います。

04・第 3 の四のハ及びニ

「立上り部分の主筋……」との記載があります。配筋の記載はありますが、設置に関する記載が見当たりません。平 12 年建告第 1347 号第 1 第三項第二号・三号に、木造建築物の土台下の立上りについての記載がありますが、平 12 年建告第 2009 号の告示においても、同第 1347 号の立上りを必要とするのでしょうか。

[回答]

前問にあるようなものを設けようとする場合のことです。

05・第4の二のハ及びニ

「立面形状が・・・・・・安定した形状であること」とは具体的にはアスペクト比の制限なのですか？それとも静的解析において支承に引抜き力が生じないことを意味しているのですか？また、平面が整形で、立面が安定な形状であることについては、行政庁の担当官と意見不一致となる形状が必ずでてくるものと思われまます。木造戸建てで完全な長方形等ほとんど考えられないことから、いくつかの例等を示して、設計者と建築主事とのトラブルを避けるべきと思いますが、いかがですか。

[回答]

極端なアスペクト比にならないことを意図しています、また、平面形が整形であることの判断は工学的判断によります。解説書 pp.21～22 を参照してください。

06・第6の二

建物を構造計算を行わないものに近い仕様としない限り、令第八十二条の六第二号の定めにより1.2倍の積雪荷重及び1.6倍の風荷重に対して、材料強度による検討(終局設計)を行うこととなります。ここで、木造の場合は適切な終局設計法(行政庁等公に通用するもの)が見当たらないように思いますが(軸組の接合部の評価等)、どのように取り扱えば良いのでしょうか。木造の上部構造は、1.6倍の風荷重で許容応力度以内とするのはかなり厳しく、実質的には設計不可能の場合も多いかと思われまますが、いかがですか。

[回答]

上部構造が木造であっても、第六で定める構造計算ルートによる場合は、極めて稀に発生する風圧力に対する検討は必要となります。

07・第6の四、五 免震層応答変位と設計限界変位の関係について

免震層応答変位

$$\delta_r = 1.1_{\text{①}} \times \delta_{r'}$$

$$\delta_{r'} = \alpha \times \delta$$

$\alpha_{\text{②}}$: 免震層のばらつき、環境及び経年変化に関する係数 ≥ 1.2

$\delta_{r'}$: 免震層の代表変位

δ : 「免震層の基準変位」

免震層設計限界変形 $m \delta_d = \beta \delta_u$

$\beta_{\text{③}}$: 弾性系支承材の場合 0.8

① 告示内に根拠が記されていない。1.1倍は不要ではないですか。

② α : ばらつきに関する係数が大きすぎる。通常ばらつきを考慮した応答結果は変化率 1.1倍程度である。1.1程度に変更すべきではないですか。

③ 弾性支承材の終局変形に対する安全率 0.8は必要ですか？「極希地震動時に対して建物は倒壊、崩壊しない」というクライテリアの考え方からすると安全率はなくて良いのではないですか。

[回答]

これらについては解説書 pp.32～42 を参照してください。

08・第6の五のイ、ただし書き

固有値解析の方法は特に規定はありませんか。一般的な汎用プログラムによって解析した結果を、行政庁が受け入れてくれることになるのでしょうか。

[回答]

固有値解析の方法までは規定しませんが、ただし書の規定に基づく検討結果の妥当性は、建築確認において建築主事が判断することとなります。

09・第6-五-ロ-(1) についてですが、

本告示に於ける履歴型の等価粘性減衰定数(hd)の定義が設計限界変位時の減衰定数にて行われていますが、摩擦による履歴型の減衰の場合は、振幅が大きくなると概略 $1/X$ の関数的に減衰定数が減少することとなります。従って、当該装置の最も減衰定数の低い時の値をもって、当該装置の減衰定数を定義していることとなり、そのこと自体が既に減衰定数を安全側に定義しています。それにも関わらず、得られた減衰定数に対し再度2割を減じており、大きな余裕を取っています。住宅用の免震部材は、同告示第4-一-トに示される様に、その減衰定数を20%以上にとることが多い。20%程度以上の減衰定数の場合は、地震力により建屋の応答加速度が増大することとなり、上部構造物や居住者にとっては、決して好ましい方向ではないと考えられます。従って、他にも設計限界変形を求める時や免震層の応答変位を取る時等に安全のための余裕を取っていますので、減衰定数を増大させる方向での安全増しの設定（減衰定数の算定式中の0.8掛）は、必ずしも適切ではない様に考えますが、如何でしょうか。

[回答]

非定常の振動を想定して低減したものとなっています。また、設計限界変位の設定を設計者の判断に基づいて行うことができることになっています。

10・第6の五のロの(3)、ただし書き「免震層の剛性及び減衰性の影響を考慮した計算手法」とありますが、具体的にどのような方法を云っているのでしょうか。

[回答]

免震層の等価剛性又は等価粘性減衰定数の評価時に減衰力の影響を考慮するなどして妥当性が確認されればよいこととなります。詳しくは解説書 pp.40~41 を参照してください。

11・第6の五のロ 地盤増幅係数 G_s について G_s の値は、告示第七の一の方法では算定方法が明確でなく、この表の値では免震建物の等価周期での値が大き過ぎます。そのうち、2番めの方法において2種地盤においては、 G_s は建物周期が0.86秒以上において一律2.025と高い値を取ることになっている。この値は、高すぎるため低減するように改定していただきたい。（又、1番めの方法においても、地震時に生じる地盤のせん断ひずみの求め方が示されていない。）等価線形化手法等で求めても良いのでしょうか。

[回答]

規定値によらない場合は、精算による方法によることとなります。精算の仕方については告示解説書等を参考にしてください。

12・第6の五 ロ(2) に示す流体系減衰材の等価粘性定数を求める式中、減衰係数 C_{vi} の算出方法は、速度比例型のダンパーのみを対象としているのですか。速度2乗比例型等も同じ算出方法ですか？

[回答]

減衰非線形についても、免震層の設計限界変位に対応した速度における等価な減衰係数として評価するようにしていますので、詳しくは、告示解説書を参考にしてください。

13・第6の五 ハ 免震層の応答変位を求める際に用いる α は、免震材料のばらつき、環境、経年変化に関する係数とあるが、具体的にない。（現状の材料認定で出されているばらつき等をしっかり取り込もうとすると $\alpha \approx 2.0$ ぐらいになってしまうのでは。）各々のばらつきからの α の算定は

どのようにするのでしょうか。(掛算、変動分の足算、SRSS等)(第6十一イ aの値も、上記同様。)

[回答]

ここでは免震材料の特性変化に影響を及ぼすと考えられる代表的なものを取り上げており、免震材料によっては、多くの変動要因が考えられます。必要であれば、それらを考慮する必要があり、原則としてそれらの算定はかけ算となります。

14・解説書で是非説明していただきたいところ以下に示します。

*第6の五 イ、ロ(1) T_s, h_d の計算について

積層ゴム+履歴型ダンパーのように単純なバイリニアードでモデル化できるものについては、設計限界変形時の等価周期 T_s と h_d について容易に計算できます。しかし、歪依存性がある高減衰積層ゴムや鉛入り積層ゴムをバイリニアードでモデル化する場合、どのような方法で行うか以下の組み合わせも含めて説明が必要と思われます。

①積層ゴム+鋼材ダンパー+鉛ダンパーの組み合わせ等、免震部材によってはトリリニアードの復元力特性となる場合があるので、これをバイリニアードでモデル化する考え方。

②オイルダンパー+天然積層ゴムでも使用できることを説明。

(説明の例、高減衰積層ゴムでは、設計限界変形時の荷重は $G(\gamma)$ の式と有効断面積、ゴム層厚から T_s が設定できる。又、この時の切片応力、 K_1, K_2 も計算式から算定できるため、これを使用してバイリニアードを設定し、 h_d を計算する。等)

*第6の五 ロ(4) G_s について

免震構造の設計変形量はこの G_s と h_d に依存するところが大きい。 G_s を令第82条の第六第3号の表で準拠する場合、いわゆる地盤調査結果に基づく精算法で計算することになるので、この方法についての説明をしてください。

*第6の六 クリアランスについて

応答変位の1.25倍、かつ応答変位+0.2mとすると後者で済ませるケースがほとんどで、従来より大きいクリアランスが必要と思われます。なぜこれほど余裕をとることにしたのですか。又、通行の用に供する場合は更に0.6mプラスされるのでこの辺を図で入れてわかりやすく説明してください。

*第6の八 せん断力分担率について

オイルダンパーのF-V曲線においてバイリニアードを持つ特性を $V_r > V_y 0.5$ としている理由を明記してください。

第6の九 接線周期2.5secの確認について

K_t は免震材料の応答変形(基準変位に相当する変位)とありますが、高減衰積層ゴムの基準変位では剛性がかなり変わる場合があるので、なぜ基準変位で確認するのかの説明。

*第6の十一 C_{ri} について

C_{ri} の計算で「建築物の地上部分」とは「免震建築物の内下部構造を除いた部分」とあるので免震層を第1層として $A_i = 1.0$ で計算される。1階部分を1.0とする例もありますので明記してください。

[回答]

詳しくは、告示解説書等を参照してください。

15・第6の十一のイ

本号により、上部構造は許容応力度設計を行うこととなりますが、地震力を「極めて稀に発生する地震」により与えているのであれば、上部構造は終局でも良いこととなります。そうでなければ、許容応力度設計の建物の5倍の耐震性能があること等を、何らかの方法で評価すべきではな

いでしょうか。

[回答]

免震層で全ての地震動のエネルギーを吸収することを想定し、上部構造でのエネルギー吸収を考えていませんので、弾性としての範囲としています。上部構造を終局まで許すと一質点系の仮定が成り立たず、また免震構造としての特性がなくなります。

16・第6の十一のイ γ の値

ただし書きまで読むと、 γ が1.3を下回って良いか悪いか不明です。 γ は、ばらつき、環境及び経年変化を考慮しなければ定められませんが、1.3以上と規定しながら、上記を考慮すれば以下でも良いとしています。1.3以上となるのはどのような場合でしょうか。

[回答]

1.3以下の場合は1.3として、1.3を超える場合は当該数値を用います。解説書(pp.47)の図2.5-12のように免震材料の力学特性として評価した場合は1.3を下回ってもよいことになります。

17・第6 (応答変位の収束計算について)

応答変位は、収束計算を繰り返すことによって小さい値として求めることができると聞いておりますが、応答変位を求める場合の1.1倍や係数 α は、収束計算を行った後の δ に乘ずれば良いのでしょうか。

[回答]

その通りです。解説書等を参照してください。

1.2 免震材料の告示(平12建告第1446号)に対する事項

18・限界性能確認用の縮小試験体モデルの大きさについて:「性能を代表する縮小モデル」は現在、運用上の制約として1/2以上と規定されているという情報を得ていますが、場合により範囲を拡大する方向でも対応をお願いしたい。

[回答]

ご指摘の1/2サイズ以上とは積層ゴムの水平方向限界変形を示すものと思われませんが、告示で1/2以上と規定しているわけではありません。本来は実大の限界変形を示していただくことが必要と考えますが、試験機等の実状を勘案してあくまで、性能評価における運用上の目安と思われま

19・各品質基準に対して確認方法の規定が細かすぎると思います。数字や手法等限定しすぎではないでしょうか。

[回答]

本告示の品質基準は最低基準を示したものです。認定方法の規定や数値については、各免震材料が平等に審査出来るように規定したものです。これを曖昧にすることは審査時にその解釈に差が生じ、各材料を客観的に審査することが出来なくなりますので、その意味で必ずしも限定しすぎではなく、必要な規定であると考えています。

20・基準値として規定した形状に対して重要部品以外(例えば、フランジ部)で一部カットやねじ、穴加工を施した製品は認められませんか。

[回答]

免震材料の性能評価に係る品質基準の項目には、免震材料の構成及び当該材料の各部の形状、寸法等の基準値が定められていることが規定されています。したがって、重要部品か否かによらず、当該免震材料の各部が性能評価の際に定められた構成や形状等と異なる場合は、同一の免震材料

とはみなされないこととなります。

21・(ろ) 欄 五号 ハ 今回、粘弾性ダンパーの告示が出されていますが、この評価のほとんどが制震部材を根拠としていると考えられます。一方、制震部材の内、粘弾性ダンパーは貯蔵バネと等価減衰係数で評価するものもあれば、超塑性ゴムのように復元力特性で評価するものもあります。いずれもこの項が適用されるのですか。

[回答]

各減衰材で特性のモデルが本告示に定める基準値の定義方法と大きく異なる材料については、関連する減衰材の各項目を適用することにより評価されます。

22・(は) 欄六のイ(1)で「摂氏零度から四十度までの温度範囲及び零下十度から三十度までの温度範囲のそれぞれについて」とありますが、一般仕様と寒冷地仕様の必ず両方ではなくいずれか一つ例えば、一般仕様のみを申請しても良いのではないのでしょうか。

[回答]

「摂氏零度から四十度までの温度範囲又は零下十度から三十度までの温度範囲のそれぞれについて」と平 12 建告第 2440 号により改正されています。

23・(は) 欄六のロ(1)で「弾塑性系及び摩擦系減衰材の温度変化による減衰性能の変化率は、…」とあります。これは環境温度による変化率のことと思いますが、特に摩擦に関しては摺動開始直後に 40～50℃にすぐに達し、その後繰り返し回数によっては 100～200℃にまで達しますので、この部分はあまり意味がない要求のように思えます。更に言えば、(ろ) 欄四のハで求めている「基準値」一般には 20℃における値ではなく 40～100℃で得られた値だと思います。(実験中にこの位の温度になっている場合が多い)

[回答]

ご指摘通り環境温度を規定しております。従って、試験開始時の材料温度はその環境温度であることが求められております。減衰材はその機能より、作動中に材料温度が上昇する事となりますが、上昇時の温度は各材料によって異なり一概に定めることは出来ません。

24・(は) 欄六の(6) の文章の中で「低速から高速までの定常履歴を用いて摩擦係数を測定し」の表現で、低速とはいくらか、高速とはいくらか、具体的にある範囲を設定しないと使用者側が勝手な範囲で評価することになります。

[回答]

低速とは、可能な限り小さな速度を示し、高速とはその材料が大地震時に与えられるであろう最大速度付近の速度を意味します。

25・(は) 欄第六のロ(6)で「弾塑性系及び摩擦系の減衰材の周期による減衰性能の変化率は、…」とありますが、弾塑性系と摩擦系に於いて周期依存性を云々するのはおかしいと思います。その一方で、粘弾性系減衰材に関する周期依存性には触れていません。(6)の記述は粘弾性系減衰材の誤りではないのでしょうか。

[回答]

弾塑性系と摩擦系の減衰材の周期依存性は小さいことは事実ですが、規定どおり当該減衰材の周期による減衰の性能の変化率を確認することは必要です。

26・(は) 欄 六号 ロ (6) 「弾塑性系及び摩擦系の減衰材の周期による減衰の性能の変化率の確認」は、この場合だと弾塑性系について動的な実験が必要なことになるが、粘弾性系減衰材の誤りで

はないですか？

[回答]

25に同じ。

27・(ろ) 欄六 の文章末尾に「当該要因による性能の変化が無視できるほど小さい場合においては、この限りでない。」とは、数値的にどの程度を言うのか示していただきたい。解釈の仕方によっては、どのような数値でも無視できることとなりますが。

[回答]

その免震材料を用いる設計者が、設計上無視できるかどうかを判断するものです。

28・別表第三の(は) 欄の製品検査のロット毎の抜取率の規定はありますか。(各メーカーの判断でよいですか。)

[回答]

別表第三に規定している JIS 規格を参照してください。

Ⅲ. その他

1. 特定行政庁の告示の扱いに関する事項

01・建設省告示 2009 号第 6 の構造計算により安全性を確認した免震建築物が、現実問題として特定行政庁で建築確認してもらえるのは、いつ頃になりそうですか？（現時点ですぐに確認してもらえるところはほとんどありません。）又、告示や協会の計算法（時刻歴応答解析法ではなくて）で免震建築物を設計し確認申請をした場合、特定行政庁は審査を拒否できますか？

[回答]

平 12 建告第 2009 号第 6 に規定する構造計算は、告示が公布された時点で運用が開始されることとなります。したがって特定行政庁は審査を拒否することはありません。

02・建設省告示 2009 号第六では、上部構造の形状（高さ『60m 以下』、塔状比、一般に二次設計をする場合の偏心率、剛性率等、今回の告示では許容応力度設計なので関係無いと思いますが。）には特に規定はありませんが、一般に特定行政庁において定めた例えば「塔状建築物等の構造設計に関する東京都取扱要領(案)」等の適用が更に掛かってくるのでしょうか。告示は性能規定として捉えても現実には仕様規定になりそうで心配です。このあたりのご見解をお願いします。

[回答]

特定行政庁が定めた規定に関係する部分もあると思われます。具体的な判断は免震構造物であることを前提に所轄の特定行政庁に確認下さい。

03・装置の認定書（大変分厚いもの）は設計図書に添付して提出するのですか、或いは設計者が事前に主事の手元に届けておかなければならないのですか。或いは建築指導課より既に認定番号等が知らされているのでしょうか。

[回答]

建築指導課より特定行政庁宛てに認定番号の通知は行いません。当該材料の（別添を含めた）認定書の写しを申請時に提出することとなります。

04・材料認定を受けた免震材料について、主事は申請物件に対しどのような検査・確認を行うのでしょうか。告示の内容の照合は、メーカーが提出した内容と設計者が採用したものを比較し行うのでしょうか。それとも設計者の申告のみになるのでしょうか。主事が行う一定の確認方法が別に規定されているのでしょうか。

[回答]

主事が行う一定の確認方法は特に規定しているわけではありません。具体的な確認方法については特定行政庁又は指定確認検査機関に確認してください。

2. その他

2.1 告示の解説書

05・「建築物の構造規定-建築基準法施行令第 3 章の解説と運用-1997 年版」の改訂版は、いつ頃出版される予定ですか？免震関連告示も含まれますか？もし含まれないとすれば、免震建築物の告示に示した計算法や免震材料の告示等の解説書を発行する予定はありますか。又、発行するとしたらいつ頃になりますか。

[回答]

免震材料の告示等の解説書は、2001年5月中旬以降に開催された「免震建築物の技術基準解説及び計算例とその解説」講習会の実施に併せて講習会テキストとして発行されています。講習会の詳細等については日本建築センターに問い合わせして下さい。

2.2 住宅の品質の確保の促進に関する法律関連

06・住宅品質法における免震構造、制震構造の等級判定基準はどうなりますか？また、「居住性能評価のランク」は、耐震構造と差別されないのですか。

[回答]

「居住性能評価のランク」を使用性能として言われているのであれば、それについての等級判定基準は現在のところ設ける予定はありません。

2.3 制振関連

07・平12建告第1461号第4のロに示される「制振部材」の定義はありますか。また、制震構造及び制震部材に関する告示の予定はありますか。あるとすれば、その時期は何時頃ですか。又、制震部材の認定も行うのですか。制振材料を指定建築材料にするべきか、更には制振建築物の告示そのものの必要性についても議論はないのですか？その理由を明確にする必要があると思います。又、免震建築物同様に4号建築物が盛り込まれるかについても議論の場を設けられないでしょうか？

[回答]

制震部材の定義については当該告示の規定のとおりであり、建築物の運動エネルギーを吸収するために設けられた部材であって、疲労、履歴及び減衰に関する特性が明らかであり、極めて稀に発生する暴風及び地震動に対して所定の性能を発揮することが確かめられたものであるとしています。なお、現在のところ、制震部材を用いた建築物に関する安全上必要な技術的基準を定める告示制定の予定はありません。

08・制振部材の認定がある場合、認定が行われるまでの制振建築物の扱いは、どのようになるのですか。（「特別な検証法」として受け付けて貰えるのですか。それ以外の方法はないのですか）

[回答]

それ以外の方法は現時点ではありません。

09・現状60m以下の制震構造で、制震装置なしで設計を行い、制震装置を付加価値として設置する場合は、直接特定行政庁に確認申請を出して良いのですか？又、一方、積極的に効果を取り入れた場合は、時刻歴応答による認定で良いのですか？

[回答]

その通りです。

10・低降伏点鋼のような履歴型減衰装置を採用する場合、限界耐力計算により設計し、大臣認定を取得せず確認申請のみで建設することが可能でしょうか。この場合、稀に発生する地震動に対して、柱・梁等は許容応力度以内となりますが、低降伏点鋼による減衰装置は降伏しています。もし可能であれば、中低層の建物においても高い耐震性能の建物が容易に建設できるようになると思います。

[回答]

現時点では一次設計では降伏を許容しておらず、低降伏点鋼による制振効果を前提とした設計を

行なう場合は、指定性能評価機関による性能評価を受けた後に大臣の認定を取得することとなります。

11・告示案の限界耐力式が基本となると思われますが、その検証はどの程度行われるますか？又、速度・変位・混合依存制振をこれにより包括的に扱うと思われますが、その妥当性を確認していく必要があると思われます。制振においては、装置の空間的配置が大事ですが、その記述に関する検討を含めこれらを官民共同で行う必要があると思われますがいかがでしょうか。

[回答]

限界耐力式が基本とするかも含めて今後検討を重ねる必要があります。これに限らず既に施行されている告示についても、必要に応じて上述の建築基準性能規定検討委員会（事務局：住宅局建築指導課・国土技術政策総合研究所）における小委員会のなかで検討したいと考えています。

12・免震部材の場合、統計的データが豊富で実績のある製品しか大臣認定が得られず、新規開発製品が受け入れられる体制が整備されていません。制振部材も同様な状況にならないような体制を初期段階から考えていただけるのですか？

[回答]

告示で新製品の開発を阻止することはありません。

13・既に大臣の認定を得た制振部材（例えば、極軟鋼材）を用い、建物の減衰性を表す数値 h を求める時に、制振部材の減衰特性を考慮し加算して求めることにより、制振建築物を限界耐力計算法を用いて設計することは可能ですか。

[回答]

降伏しているのであれば限界耐力計算は適用できません。

以 上

「免震建築物の技術基準解説及び計算例とその解説」

講習会における質問と回答

財団法人 日本建築センター

社団法人 日本免震構造協会

☞平成13年5月～6月、東京及び大阪で標記講習会を開催いたしました。

本講習会受講者の方々より寄せられました質問に対し、講師をしていただきました方々に回答をとりまとめたので、ここに掲載いたします。

第1章 序

質 問	回 答
1. 平12建告第1446号別表第二について、(3)欄第四号中の「ニ」についてはどのように定めるのか。告示中規定がない。	1. 平12建告第1446号（以下、特記なき場合単に「材料告示」と記載する。）別表第二の(3)欄第四号ニの「ばらつきの基準値」は、免震材料認定の申請者が過去の実績又は試験結果に基づいて適切な数値を定めるものであり、材料認定に際しては、ばらつきの基準値の設定のしえ方や手法が適切かどうか評価されることとなる。

第2章 免震建築物の技術的基準

質 問	回 答
2.3 免震建築物の各部の構造規定 1. 地盤条件（p.15～）について、「第一種地盤又は第二種地盤（ただし、液状化のおそれのないものに限る）の上に免震建築物を……」となっているが、この第一種や二種は誰が、どのような方法で、どのような判定基準でなされるのか。戸建免震住宅では10万円、20万円のコストでも重要であり、ボーリング調査等の高コストの方法は論外である。社会的に免震住宅を普及させて安全な日本社会を育成していくためには、難解な論理を使わないで、もっと簡別な低コストの調査方法を提示していただくことが、真の社会的貢献である。例えば、古い地図や字（あざ）の名称は参考にならないであろうか。所詮、一戸建なのであまり難解な学者の理論に振り回されないよう、「一般普及」ということを第一義としていただきたい。	1. 地盤種別の決定は、一般的には「2001年版建築物の構造関係技術基準解説書」のpp.209-216に示されている方法に基づいて行われる。貴見のように敷地周辺地盤の情報を収集し、地盤層構造の判断や液状化の判定等に利用することもできるが、建設敷地の地盤種別の実態については当該地域を管轄とする確認の窓口又は指定性能評価機関に確認されたい。ただし免震住宅の場合は、地盤振動性状を把握することが重要であり、住宅の建設敷地における地盤の浅い部分の支持力をスウェーデン式サウンディング試験等により簡便に確認した場合には、常時微動の測定等も併用して地盤の周期を把握することが重要である。

2. 講習会テキスト p.15 「2.3.1 地盤条件」の項について

基礎（杭）の底部が第二種地盤（液状化のおそれのない）に達した摩擦杭（大臣認定された工法）を用いた建物は、告示に適合しているものと考えてもよいのか。

3. 上部構造は極めて稀に発生する地震動に対して許容応力度設計することになっているので、RC部材のせん断設計では両端ヒンジ状態の想定や地震時せん断力の割増しは考慮しなくてもよいのか。

4.

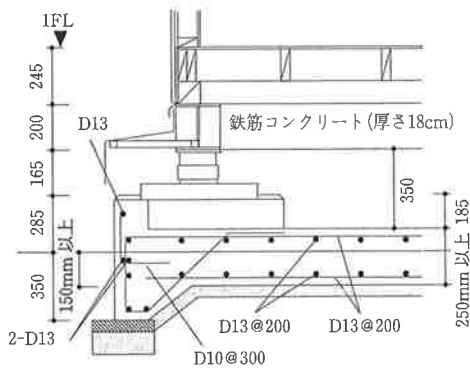
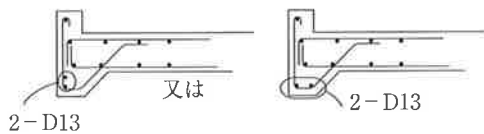


図2.3-1 免震層周辺の構造の概要

告示第2009号第3第四号ハ

「～立上り部分の下部の底盤に二本以上配置し～」の例示として、2-D13の位置が不適切ではないか。



5. (テキスト p.16 18～20行) 液状化の判定だが、200gal程度の地表面加速度に対して液状化が生じないことを確認すればよいとなっている。杭基礎（支持杭）にした場合、杭先端より下部の地盤が液状化しないことを確認すればよいのか。

2. 令第38条（基礎）では、「基礎の底部（基礎ぐいを使用する場合にあっては、当該基礎ぐいの先端）」という表現を用いて「基礎」と「基礎ぐい」を別に扱うことが明示されており、これと同様に平12建告第2009号（以下、特記なき場合単に「告示」と記載する。）第3第二号の「基礎の底部」は、直接基礎、杭基礎といった構造形式に関わらず、基礎フーチング底面（杭を用いる場合は杭頭接合部に相当する部分）を意味している。従って、告示の規定への適合は、先端支持杭、摩擦杭等の杭の支持形式によらず、上記の位置における地盤種別で判断することとなる。

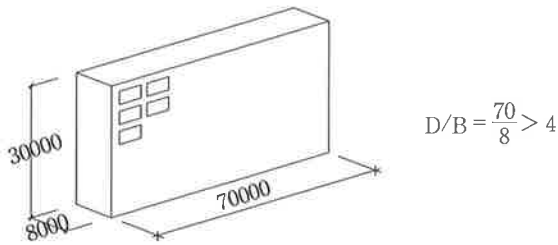
3. 地震に対する検討の際には必ずしも必要ではないが、設計者の判断によって、風・雪に対する安全性の検討等として考慮すべき場合があると考えられる。

4. 告示第3第四号ハでは、べた基礎の立上り部分の主筋を上端に一本以上、下部の底盤に二本以上配置することが定められており、図の例示は誤りではないが、規定の主旨からはご意見いただいた図の説明の方がより望ましいと考えられる。

例示のように底盤部分の根入れ深さを浅くした場合の考え方については、「2001年版建築物の構造関係技術基準解説書」のp.61の記述が参考となる。

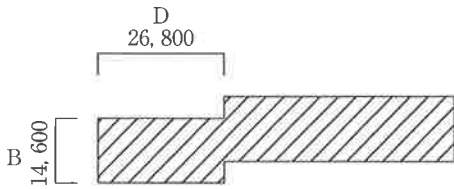
5. 告示第3第二号で液状化のおそれのない地盤であることを要求しているが、杭基礎の場合には杭先端以深の地盤ではなく、杭頭以深の地盤で液状化の有無の判定を行う。（「基礎の底部」の解釈に関する回答2.を参照）

6.



上図のような共同住宅を基礎免震とする場合、告示第4第二号ハには適合しないが、告示第6（構造方法2）による構造計算を行うことでよいのか。（大臣認定としなくても設計可能か。）

7.



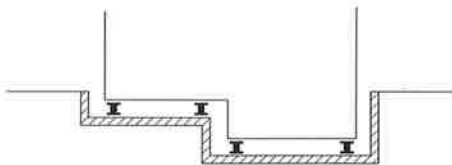
p.22 図2.3-5 本指針の適用範囲の例（平面形状）

p.153～ 計算例3 「鉄筋コンクリート造15階建て共同住宅」

p.22の図2.3-5においては $D/B \leq 3/2$ となっているが、計算例3では $26.8/14.6 = 1.83 > 3/2$ となり適用範囲を越えているように思うが、何か数値の取り方が間違っているのか。

8. 2.3.5節 下部構造で土圧を受ける擁壁は下部構造に含まれるのか、基礎構造になるのか。

9. 適用範囲について



部分地下となるような免震建築物は、適用できるのか。適用できる場合の留意点を教えてほしい。

6. 貴見のとおり。

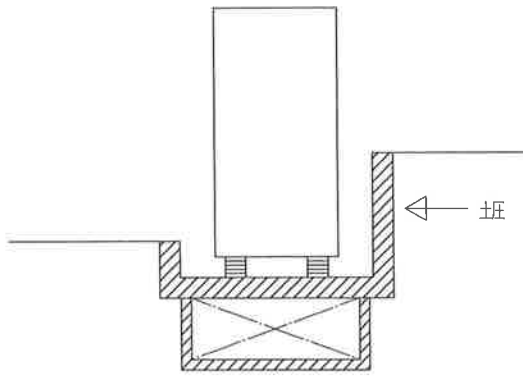
7. 解説書 p.22の図2.3-5の平面形状（及び比率）の適用範囲は、p.21の解説に示すように構造計算を行わない場合に免震層でのねじれ挙動の発生を抑えるための目安となる数値を示したものである。告示第6の構造計算を行う場合は、ねじれ挙動が大きくなることを直接的に確認できるためこの規定は適用されず、計算例では異なる数値となっている。（告示の構造計算を実施した場合は、耐久性等関係規定として指定された規定のみ適用される。）

また、例え図2.3-5の例示のような平面形状の建築物としたとしても、建築物全体として評価した場合に上記の主旨（ねじれ挙動の発生の抑制）にそぐわないものと考えられる場合は、整形とは見なすことができず、告示の構造計算により安全性を確認することが必要となる。

8. 上部構造から伝達される荷重を擁壁に分担させる構造とした場合は、当該擁壁は下部構造となると解釈される。この場合は告示第6の構造計算の対象として安全性を確認することとなる。

9. 告示第6の構造計算を行えば適用可能である。この場合には免震材料の設置位置に関係なく、地震時の免震材料の水平変形が等しくなるよう、架構の剛性に留意する必要がある。

10.



p.23 図2.3-6 免震層の設置例及び4行目

「周囲地盤との一体性が満足されている場合は、この規定の適用を受けるものと判断してよい。」とあるが、上図のように片側土圧を受けるような場合でも、建物本体と土圧壁を切り離していれば、下部構造は概ね周囲の地盤と一体となって挙動すると見なして、p.22の「ハの規定」の適用を受けるものとして判断してよいのか。

2.4 耐久性等関係規定

11. p.25 偏土圧とはどの程度のものか。

12. 告示の第6の構造計算による場合、上部構造の偏心率と剛性率に制限はないのか。

13. 免震層の偏心率を計算するときの重心位置は、免震装置が負担する軸力から計算してもよいか。あるいは、上部構造の地震力を告示式で計算し、その地震力と作用位置から計算するのか。

2.5 構造計算による免震建築物の安全性等の検証

14. テキスト p.29「耐久性等関係規定」について第4第一号口に関して、風時にのみ作用し得る材料を免震層間に設けることはできるのか。どのような扱いになるのか。

10. 告示第3第四号ハの規定を満足するものとして取り扱うこととしてよい。このような場合は、構造計算により土圧壁の応力を検討する必要がある。

11. 解説書 p.22-p.23「2.3.5 下部構造」の解説に示した条件に適合しない土圧の条件を「偏土圧」と表現したものである。

12. 上部構造については偏心率及び剛性率に関する制限は設けられていない。ただし、法令の規定にとどまらず設計者の判断で必要に応じてこれらの検討を行うことが望ましい。

13. 免震層の偏心率の計算における重心位置は、免震材料が負担する軸力から計算することが可能である。

14. 風に対して変位を抑制するための装置等を設けるような場合、告示第4第一号口の規定により免震層には免震材料以外の構造材料を使用することができないため、当該材料は免震材料として法第37条第二号の規定に係る認定を受ける必要がある。具体的な数値等の基準は、材料告示別表第二(3)欄第八号の規定（防錆その他各種性能を維持させるのに必要となる措置等の基準が定められていること）に基づき表示する。このような装置等を設けた場合であっても、免震材料は風圧力に対して許容応力度及び材料

15. 第4第四号で「出入口その他の見やすい場所に、免震建築物であることその他の必要な事項を表示すること。」とあるが、「その他の必要な事項」とは具体的に何か。

16. 第4第六号「必要に応じて免震材料の交換を行うことのできる構造とすること。」
上記の検討をする際に、一般的にどういった検討をしているのか、というような資料を紹介いただけないか。行政に説明する際にバックデータが必要である。

17. 大規模の積雪及び暴風に対する検証について
p.30の最下段で、暴風時及び積雪時には限界耐力計算をなさないとされている。しかし免震層以外の部分については（上部・下部）、従来の仕様規定が満足されていれば検討は不要ということになっている。その仕様規定は「上部構造が第4第二号イ、ロ、トに、下部構造が第3及び第4第三号に満足しなさい。」となっている。その中で「第4第二号トと、第4第三号ロ」を満足するためには、免震層の上下には厚さ180mmの鉄筋コンクリート製のスラブを付けるようになる。つまり、上部が鉄骨造でデッキコンクリート山上 $T=50$ である場合や、鉄筋コンクリートスラブ $T=150$ の場合には、全て暴風時及び積雪時の限界耐力計算をしなければならないことになる。免震層の上下のスラブの違いで、暴風時や豪雪時の検討をするというのは、どのような理由があるからなのか。

強度を超えないことを告示第6の構造計算で確認する必要がある。

上記のように、外力に応じて自動的に作動するストッパーなどを設ける場合は、告示の規定の適用を受けないものとして時刻歴認定ルートの建築物として取り扱うか、又は、告示第6の構造計算ルートにより、ストッパーを含む免震材料のせん断の短期許容応力度を、水平基準変形の $2/3$ の変形を与えたときの水平方向の応力度をもとに算出することとなる。

15. 例えば、次のような事項が考えられる。
・大地震時には建築物が $\bigcirc\bigcirc$ cm 水平方向に変位します。
・建築物周辺（犬走り） $\bigcirc\bigcirc$ cm の範囲に、建築物の変位を妨げるものを置かないでください。

16. 免震材料の交換にあたり検討が必要な項目の例としては、以下のものが挙げられる。
・免震材料の取り外し、取り付け……近傍のはりを利用した上部構造のジャッキアップ（ジャッキの設置位置、はりの強度確認）
・地上部分への移動……免震層内での水平移動（水平移動位置、移動面の検討）と1階床面までの移動（1階床の構造とつり上げ）
・屋外への移動

17. 仕様規定は極めて稀に発生する地震時、暴風時、積雪時の全ての場合に安全性が確保されるよう必要な基準を定めたものであり、個々の規定の内容によっては、主として地震時の安全性を確保するためのもの、主として暴風時を想定したもの等があるが、明確に切り分けることは困難である。従って、これらに該当しないものとする場合には、限界耐力計算の原則により、全ての荷重に対する安全性の検証を行うこととしている。

18. p.32 (2)剛心
 K_{xi} , K_{yi} , σ_r (応答変位) 時の等価剛性を求める時の免震層の復元力特性は標準のものか、又はバラツキを考えたものか。
19. p.32 2.5.6 免震層の設計限界変位
 β 値の表中に弾塑性系の支承材 (例えば LRB や高減衰積層ゴム) がないのだが、 $\beta=0.8$ でよいのか。例題は0.8になっている。告示全般に弾塑性系支承材に対する記述がないように思うが、なぜか。
20. p.35 図2.5-4 繰り返し計算による免震層の応答を算定する説明があるが、告示には触れられていない。この収束値をもって本告示を適用してよいのか。
21. p.36 (下から2行目)～p.37 (上から2行目)
「大臣認定において示された特性値の一覧から評価して用いるのが原則」
「変位依存の剛性及び減衰の……値が示されていない場合については、その支承材の実験の根拠に基づいて評価された……値を評価することとなる。」
①上のように書かれているが、性能評価書に記載なき特性も、実験の根拠に基づいた評価式を示せば、建築主事は了解するということか。(つまり、告示ルートにおいては、認定された性能評価範囲以外は全て認めない、というように聞いていたが…)。
②上記のことは、支承以外の部材についても同様と考えてよいか。
22. p.37の h_d の算定について
高減衰積層ゴムの場合
 $h_d = 0.8 \cdot 1/4 \pi \cdot \Sigma \Delta W_i / \Sigma W_i$ が
 $h_d = 0.8 h_{eq}$
 $= 0.8 \cdot 2/\pi (1-1/\mu) \cdot (1-a)/(1+a(\mu-1))$
を使用すればよいということか。
23. p.38 図2.5-6
 ΔW_i は弾性支承材の復元力特性を含めた履歴ループ面積ではないのか。
18. 免震層の剛心等の計算に用いる等価剛性としては、ばらつきを考慮しない標準のものを用いる。
19. LRB、高減衰ゴム系積層ゴム等は、弾性系支承材として $\beta=0.8$ を採用する。
弾塑性系の支承材については、告示内では弾性系支承材に減衰材としての機能を付加したものとして取り扱われているため、個別に記述されていない。
20. 収束計算によって実際の地震時の応答値に近い合理的な設計を行うことができるが、主事等による確認においては収束計算の結果を提示し審査を受けることが可能である。
21.
①材料告示別表第二(は)欄第四号口において、免震材料の水平方向の特性は、規定変形又は規定ひずみでの値として提示されるが、一般にこうした特性は水平変形による依存性があり、実際に計算された応答値に応じた補正を加える必要がある。免震材料の力学的特性の変位依存性は、当該免震材料の認定時において評価を受けた数値を用いることを原則とする。
②支承材以外の免震材料も同様の扱いである。
22. 高減衰積層ゴムの履歴特性がバイリニア型の場合にはそのとおりである。基本的には、免震材料の大臣認定を受けた際の履歴特性を用い、免震材料の設計限界変位時における ΔW_i , W_i を求めて計算することになる。
23. 貴見のとおり。(図2.5-6の履歴面積と図2.5-5(c)の履歴面積は実際には等しくなる。)

24. p.42 [解説] 5行目

粘性体ダンパーはそもそも温度依存性があるため適切な評価をする必要があるとえられる。現在、当社では年間の月別平均気温（東京で10～30℃）を用いて粘性体ダンパーの特性を把握しようと考えているが、このような考え方でよいのか。（限界耐力計算相当にて証明する際）ただし、最高気温時の安全性については別途証明の必要があると考えている。

25. p.42 温度依存、製品ばらつきによる剛性増減（減少）率から変動率 a を計算しているが、それぞれの値は率であるから a は

$a = 1/1 \times (1 - 0.07) \times (1 - 0.10)$ とはならないのか。また、解説書には「なお」書きで $a = 1.0$ としてよいとあるが、告示で明文化されていない。それでも、 $a = 1.0$ としてもよい場合があるか。

26. 免震層の応答変位・上部構造の設計用層せん断力の算出時のばらつきの係数について

p.42と p.47において、ばらつきの係数 a 及び γ は、免震装置の剛性の変動を考慮して一連の告示式の計算を行えば $a = 1.0$ 、 $\gamma = 1.0$ としてよいとなっている。（②の方法）

また、計算例においては、 a 、 γ の値は免震装置のばらつきのサムアップとなっている。（①の方法）

どちらの方法でもよいのか。

告示の条文上は、免震の応答変位「（各免震材料の特性の変動を考慮して免震層の代表変位の最大値を求めることができる場合においては、当該計算によることができる）」、上部構造の設計用層せん断力「ただし、免震材料のばらつき、環境及び経年変化の影響を考慮して当該係数を求めることができる場合においては、この限りでない」が、上記の②の方法のことを表しているのか。

24. 温度依存性についてと慮すべき環境を、材料告示別表第二(は)第四号口では 0℃～40℃又は -10℃～30℃のいずれかとしており、貴見のとおり使用する最低と最高の温度の幅を考え選択する必要があるが、実際に温度依存性の基準値を定める場合には、規定温度の範囲からもう少し温度の幅を広げた性能の確認ができていたことが望ましいと考えられる。

25. 貴見のとおりそれぞれの変化率の積が正しい値を与えるが、以下の関係があり、解説書では安全側の評価を行っている。

$$a = \frac{1}{(1-0.07)(1-0.1)}$$

$$= \frac{1}{1-0.07-0.1+0.007} < \frac{1}{1-0.07-0.1}$$

なお書きで a を 1.0 としてよい場合とは、温度依存性や経年変化及びばらつきの変動量を、免震材料の荷重-変形関係にとり入れ（解説書 p.42 の図 2.5-10 の実線）、その特性を用いて基準変位を求めた場合がこれに該当するが、規定としては告示第 6 第五号ハで免震層の代表変位 δ_r' を計算する際の「各免震材料の特性の変動を考慮して免震層の代表変位 (δ) の最大値を求めることができる場合」に相当する。この場合には $\delta_r' = \delta$ すなわち $a = 1.0$ と扱われる。

26. ①②どちらの方法でもよい。

27. p.43 「免震層のクリアランス」について

クリアランスを考える場合、上部構造のどの部位から算定すればよいのか。戸建て住宅などは、軒の出やひさしの先端からと、外壁線からとは多少数値が異なる。主旨からすれば、戸建て住宅などでは、外壁線と隣地境界線に建つ壁などとの間の距離と判断してよいのか。

28. p.44 「減衰材の負担せん断力」について

流体系減衰材料の降伏速度 V_y について、平12建告第1446号中に規定がないが、どのように基準値を定めるのか。

29. p.44 「減衰材の負担せん断力」について

Q_v を求める際に用いる減衰係数は、等価（割線？）の減衰係数か。又は接線の減衰係数か。

30. p.46 (5)免震材料の軸力で、上下方向の静的震度0.3の根拠は何か。

31. p.46 「(5)免震材料の軸力」において、鉛直方向の長期軸力に相当する荷重を「上部構造の総質量」と示されているが、これは、固定荷重+地震時積載荷重により、算出されるものと解釈するのか。（固定荷重+架構用積載荷重ではないのか。）

32. p.47 3行目の式

$$C_{ri} = \gamma \frac{\sqrt{(Q_h + Q_e)^2 + 2E(Q_h + Q_e)Q_v + Q_v^2}}{M \cdot g}$$

$\frac{A_i(Q_h + Q_v) + Q_e}{Q_h + Q_v + Q_e}$ の γ を剛性の増減によるばらつきとすると、 γ は $\sqrt{\gamma}$ と考えられないか。（免震層に作用する地震力 Q は、免震構造では $0.64 \leq T_s$ となるため、 $Q = 5.12MF_h ZG_s / T_s$ で求められる。また、 $T_s = 2\pi \sqrt{M/K}$ である。剛性の変動を考えると $K \rightarrow \gamma K$ より $T'_s = 2\pi \sqrt{M/\gamma K} = T_s / \sqrt{\gamma}$ 従って、剛性の増減による免震層地震力 $Q' = \sqrt{\gamma} Q$ となり、せん断力に γ を乗じるのは過大評価ではないか。）

27. 告示第6のクリアランスの規定は、通常は上部構造の外壁面が下部構造の周囲に設けたピット等に接触しないものとして検討するが、バルコニーや庇等の突出部分が周囲の構造物に接触するおそれのある場合は、当該部分に対してクリアランスを確保するものとしなければならない。これらの他、原則として建築物のどの部分も敷地の境界を越えないようにする必要がある。なお、当該条文に「通行の用に供する」とあるのは、不特定多数の人員が日常的に使用する程度の条件がこれに相当し、作業員等が点検や管理の都合上当該部分を通過するような場合はこれにあたらぬものと考えてよい。

28. 材料告示別表第二(3)欄第五号口において示された降伏速度の基準値が V_y に対応する。

29. p.39の図2.5-9に示すとおり、等価の減衰係数を用いる。

30. 今回の基準法令改正以前に旧法第38条の規定に基づき行われていた免震建築物の大臣認定に係わる技術審査の際に、一般的に用いられていた数値を採用したものである。

31. 架構全体としての荷重を算出するため、積載荷重としては地震時積載荷重を用いる。

32. γ は免震材料の剛性の変化のみではなく、その他の様々な要因が層せん断力に与えるばらつきの影響を考慮した係数である。剛性の変化のみを考慮した場合は周期に関係するため貴見のとおりとなるが、ここでは上記のように重さや降伏荷重の変化を全体的に考慮し、算出された免震層のせん断力に γ を乗じている。

33. 上部構造の設計について、p.47中ごろ「ロ 上部構造の各階の層間変形角が、300分の1以内であることを確かめること。」と条文にあるが、安全限界の検証をしているのに、なぜ300分の1を満たす必要があるのか。100分の1で十分ではないか。せっかく、免震にして外力を低減させたのに、変形制限が300分の1がついていると、スリムな構造にすることができない。もしかして、上部構造が何かのハズミで塑性化して、長周期化し、免震層と共振するのを阻止したいのであれば、上部構造自身の減衰に条件をつけるとか、他にも手段があるのではないだろうか。いずれにしても、過大安全だと思うが。安全性を欠く設計基準も社会的に問題があるが、過大安全のために太い柱・梁になり、コスト高にさせることも同じくらいの問題がある。
34. 告示第6第十二号の文章『及び』は (p.48(2)及び p.212) $2K_{地下} + F_{免震層}$ ……地震力の和とは必ずしも読めないと思う。はっきり「地震力の和」とか、「加算」と書くべきではないか。
『及び』→各パラでのチェックでよいと読めるがどうか。
35. p.49 (2)免震材料の材料強度
「 F_S は、免震材料の水平基準変形を与えた時の水平方向の応力度 (N/mm^2)」とあるが、基準となる断面は、誰がどのように決めるのか。(特にダンパーの場合)
36. p.50 (3)支承材の鉛直基準強度と水平基準変形 第5項第一号(支承材の水平基準変形)
支承材の水平基準変形は「変形ゼロ時の鉛直基準強度の3分の1に相当する荷重における水平方向の限界変形」となっている。しかし設計限界変位を求める基準となる値であることから、装置に作用する軸力から当該変形を算出する方が、より設計を反映した値になると思われるので、そのような算出方法もただし書き等で追加すべきだと思う。また、鉛直基準強度は変形ゼロ時の圧縮限界強度の0.9倍以下となっているが、実際は高面圧でもそれと全く異なる限界変形が算出されてしまう。収束計算のもとになる数値とはいえ、このような値を用いることは奇妙なことのよう思える。
33. 告示第6の構造計算では、上部構造を剛体と仮定して免震層の応答変位を求める簡略法を用いている。従って、上部構造に必要な剛性を確保するための規定である。これに適合しない建築物については、時刻歴応答解析等を行い、国土交通大臣の認定を受ければ建築することが出来ることとなっている。
34. 「A 及び B によって生ずる応力度を計算し」であり、規定の趣旨は免震層でのせん断力と地下慣性力(地下震度に地下部分の重量を乗じた値)を加えたものである。なお、建築基準法令においては一般に力の組み合わせに対し「加える」という表現は用いていない。
35. 他の指定建築材料と同様に、材料強度等は応力度表示で与えられているが、応力検定用の断面積の設定は、免震材料の認定時にあわせて確認され、構造計算にはその数値を用いることとなる。断面積については特定部分の実際の数値ではなく等価な値(形式的な値)とされることもある。
36. 水平基準変形は、長期相当分の鉛直荷重が作用する場合(長期の許容値(限界値)であり、実際に作用している荷重ではない。)を想定して算定することを原則としている。
鉛直方向の限界値と長期あるいは短期に実際に作用する荷重が大きく異なる場合の許容値の設定の方法として、鉛直基準強度は圧縮限界強度の0.9倍「以下」の数値としており、合理的な設計への考えが取り入れられている。この数値は水平基準変形の設定にも関係するものである。

2.7 免震建築物の耐火に関する性能について

37. p.52

中間免震の場合、防火上の制限を受けるとあるが、免震層が防火区画されている場合にも少量の可燃物（照明、コード類）があると、やはり大臣認定を受ける必要があるのか。また参考までに受けなくてもよい方法があったら教えてほしい。

38. p.53 3行目

「すなわち、免震材料を主要構造部として用いる……」で、耐火構造の対象となる免震材料は具体的に何か。

- ①積層ゴム、すべり支承、ベアリング支承、リニアレールなど支承材
- ②ダンパー、オイルダンパー、鉛ダンパーなどダンパー類
- ③コイルバネなどの復元材

また、すべり材やベアリング材を受けるステンレス板や鋼板及びその下地となる鋼板や取付けボルトも入るのか。

37. 現時点では、免震材料については耐火構造の例示仕様の規定等が整備されておらず、p.52～p.53の解説に示すとおり認定を受けることが必要となる。将来的に免震材料に関する規定が例示仕様としてあるいは耐火性能の検証法の一部として追加された場合は、当該材料については認定が不要となる。

38. 耐火建築物とすべき建築物の主要構造部である柱等の一部に用いる免震材料は、原則として、免震材料を含めた柱等全体で耐火構造とする必要がある。

第4章 計算例

質 問	回 答
<p>1. p.88 「5. 免震層の性状確認」</p> <p>①「架構の性状確認」は「免震層の～」ではないか。</p> <p>②「1. ～層間変位 () を算出」は「1. ～層間変位 (), δ_s 以内」ではないか。</p> <p>2. G_s 計算時の V_s 値について</p> <p>N 値から推定する場合に、その推定式には多種あると思うが、計算例1、例2では、太田・後藤式で計算されているが、この式を採用した理由は何か。</p> <p>3. p.101の V_s 算定式</p> <p>$V_s = 68.79 N^{0.171} H^{0.199} Y_g S_t$ の出典を教えてください。</p>	<p>1.</p> <p>①貴見のとおり。</p> <p>②貴見のとおり。「……を算出し、設計限界変位 δ_s を上回っていないことを確認する。」を意図している。</p> <p>2. 太田・後藤の式は、弾性波探査試験結果の S 波速度と N 値から算定した S 波速度との対応について良い結果が報告されているので採用されたものである。</p> <p>参考文献 関口博他：大地震時における地盤変形の簡易推定法に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.533-536、1998.9</p> <p>3. 以下の参考文献による。</p> <p>参考文献 太田裕、後藤典俊：横波速度を推定するための実験式とその物理的背景、物理探鉱、第31巻、第1号、pp.8-17、昭和52年2月</p>

4. 表層地盤による加速度増幅率 G_s について

p.103の図4-1、p.167の図4-2をみると簡略法による G_s 値と精算法による G_s 値の比較が付いているが、1秒以上の長周期の場合、略算法と精算法では違いが大きすぎるのでは。

5. 免震材料の選定について

p.104~107に示す材料特性は、どこの製品のデータであるか。

6. p.106中ごろ……3)

切片荷重 $Q_d = 906\text{kN}$ とは何か。

7. 表層地盤の加速度増幅率 G_s 値の算出について

「2001年版限界耐力計算法の計算例とその解説」の計算例においては、 T_1 (表層地盤の1次卓越周期)の計算は告示の中の式「 $4(\sum H_i)^2 / \sum \sqrt{(G_i/\rho_i)} \cdot H_i$ 」を使用している。

「免震建築物の技術的基準解説及び計算例とその解説」の計算例1 (p.118)においては、 T_1 を固有値解析によって計算をしている。どちらの方法によってもよいのか。

4. 基本的に、「略算法」の増幅と、「精算法」の増幅とは算定の比べ方が異なる。

地盤種別に基づいた地盤増幅は、解放工学的基盤で定めた加速度応答スペクトルに乗ずることにより、従来の各地盤種別ごとの $R_t \cdot C_0$ 曲線と等価な応答スペクトルとなるように定めた係数である。それぞれは個々の地盤条件に対する増幅率を多数平均化したものとえられる。これに対して個々の地盤の地震時の挙動をできるだけ忠実に再現しようとしたのが、精算法である。

ご指摘では精算法のピーク値が略算法のピーク値よりも大きくなることがあるということだが、ピーク値のみを見ればそのとおりである。「精算法」によれば、地盤周期が正確に計算されるので、地盤の周期と建物の周期を一致させない設計が可能になり、結果的に個々の敷地に適した地震力の算定が容易になると思われる。

略算法で地盤種別を利用する場合には、地盤種別を決められても、地盤卓越周期を特定できない。従ってこの場合の増幅特性は、広帯域となる。これに対して、精算法は地盤の振動周期を特定する。設計ではその周期帯を避ければ大きな地震力を免れることになる。大きな振幅レベルの部分を使って設計する必要はない。精算法を用いて振幅の大きな周期を避ければ安全側であるし、略算法では、どの周期であってもある程度の地震力を想定しなければならない。

5. (社)日本免震構造協会に直接問い合わせしてほしい。

6. 切片荷重とは、免震材料の荷重—変形関係における第二剛性部分の直線を延長し、Y軸(荷重軸)と交差する位置での荷重の値である。

7. 地盤増幅を定めた平12建告第1457号第7第一号イには T_1 の算定式が示されているが、固有値計算等により精度の高い方法により求める場合は、同第一号の柱書において設けられたただし書の規定の条件に該当するものとして当該算定によることが可能である。

8. p.131の地盤モデルで密度 ρ_i は調査が必要か。
(通常 N 値のみの調査となるため)

9. 計算例の中より

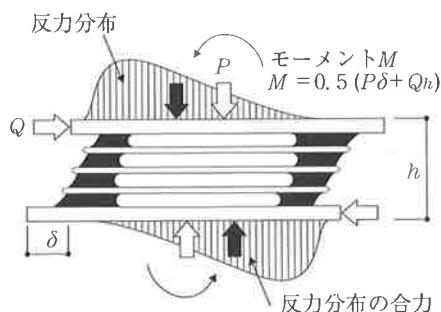
p.146より工学的基盤 $\nu\beta$, B , ν_i , 波動インピーダンスの意味

10. 計算例3での修正係数 CK_d , CQ_d について (p.171)

ここで記載されている係数計算式は、どの積層ゴムにも適用できる一般的なものなのか。適用不可の場合には、高減衰ゴム等の修正係数のヒエ方について教えてほしい。

11. p.178表6-4 付加曲げモーメント

$P\delta$ の δ の値は、講習会中に説明があったように設計者の考えでいろいろあると思うが、 Q_h は考慮しないのが一般的なのか。



8. 通常用いることのできる密度 (単位体積重量) は、下記の文献によることができる。

参考文献 日本建築学会：入門・建物と地盤の動的相互作用、1996.4、pp.335

9. それぞれ、以下のとおりである。

ν ：ポアソン比 (添え字 i は表層地盤の各層、添え字 B は、工学的基盤を表す)

B ：一辺 1 m の正方形の断面積と同じ断面積を有する円の半径

波動インピーダンス：振動する波が地盤の層境界に達したとき、その境界での反射波の割合や透過波の割合に関係するもの

10. 一般的な数値ではなく、計算例で用いることとした免震材料に特有の数値である。個々の免震材料ごとの設定については適切な技術的資料、参考書を参照されたい。基本的には、免震材料の大臣認定を受けた際の特性を用いることになる。

11. 解説書には記載されていないが、 Q_h は (付加曲げモーメントではなく) 主な応力であり当然考慮されるべきものである。

その他

質 問	回 答
1. 計算例の説明の最初に、時刻歴応答の方法では大臣認定を受けた免震材料を使用しなければならないとあったが、評定の中で一緒に審査はしてもらえないのか。	1. いわゆる時刻歴ルート (令第81条の2の規定に基づく平12建告第1461号) は、建築物の安全を確かめるために行う構造計算の一つとして法第20条の規定に基づき定められているものである。一方、建築物の構造耐力上主要な部分に用いる材料としての指定建築材料の分類及び性能については平12建告第1446号に定められており、法第37条を根拠としている。 従って、このように時刻歴ルートの建築物に用い

2. 大臣認定を受けた免震材料の一覧表等は、どこかで手に入らないか。
3. 高減衰積層ゴムを使った場合の計算例はないか。
4. この解説書の発刊に伴い、各特定行政庁は、告示第2009号で設計された免震構造物を事実上確認申請の範囲内で審査することになるのか。
5. 計算例 風荷重について、通常吹く風荷重に対する居住性についての検討例等があれば教えてほしい。
6. 維持管理に関して今後どのように対応すればよいのか。今までは、評定の中で維持管理が義務づけられていたが、「限界耐力計算と同等のルート」を適用した場合、自主的な判断によると考えてよいのか。
7. 活断層直上など直下型の地震に対しては、どのような担保をとることになっているのか。

る免震材料であっても、別途指定建築材料としての認定が必要とされる。

2. 大臣認定を受けた指定建築材料の一覧は、国土交通省住宅局建築指導課で閲覧できる予定になっている。
3. 高減衰積層ゴムを使った検討例については他の適切な技術資料、参考書を参照されたい。
4. 告示の規定に従い設計される免震建築物については、国土交通大臣の認定を経ず、建築主事又は指定確認検査機関において建築確認が行われることとなっている。
5. 風に関する居住性の検討例については他の適切な技術資料、参考書を参照されたい。
6. 免震材料等の維持管理に関する規定は特に設けられていないが、建築基準法において建築物は常時法令の規定を満足していることを要求されており、そのために必要な維持管理は基本的には所有者が行うこととなる。具体的には設計者から所有者への情報提供や維持管理計画の提案等を必要に応じて行うことが望ましい。また、(社)日本免震構造協会より「免震建物の維持管理基準」が発行されているので参照されたい。なお、免震建築物で建築基準法第12条第1項の定期報告対象建築物となるものについては、定期調査時に免震材料等の調査を行う方向で検討されている。

7. 今回の改正で加えられた設計用地震動は、基本的に従来から用いられている R_L 、 C_0 によって規定されるベースシアに等価となるように設定されている。これは、甚大な被害をもたらした1995年兵庫県南部地震においても、従来の基準で設計された建築物が一部を除いて倒壊するというような大きな被害を殆ど生じなかったことを受けたものである。

ただし、地域によっては1995年兵庫県南部地震かあるいはそれを上回る規模の地震が今後、都市直下あるいは近傍で発生する可能性はあるので、場合によっては、当該地域に適合した地震動強さの個別的検討が望ましい。

いわゆる活断層の考慮においては、活断層近傍におけるいわゆる直下型地震動が、震源の断層破壊運

8. 下記の言葉について、計算上数値が明確に設定できるよう、その意味をごく平易に説明してほしい。
- ①高減衰ゴム - 製品名と性質を含む (p.55)
 - ②PTFE - 製品名と性質を含む (p.55)
 - ③限界ひずみ、限界変形 (p.56)
 - ④一時剛性、二次剛性 (p.56)
 - ⑤限界速度 (p.57)
 - ⑥減衰材の限界変形、限界速度、一軸及び二軸の積荷試験 (p.58~60)
 - ⑦弾塑性系減衰材/粘弾性系減衰材/流体系減衰材 (p.58~60)
 - ⑧ K : ゴムの硬度補正
 E_b : ゴムの体積弾性係数
 δ_{cr} = 安定限界変形 (p.62~63)
 - ⑨支承材の引張限界強度と降伏値 (p.64)
 - ⑩減衰材の歪硬化、歪軟化 (p.65~68)
 - ⑪減衰性能を支承材、復元材を含めた免震層全体系での等価粘性減衰定数の評価 (p.65~68)
 - ⑫減衰力、速度関係の速度の出どころ (p.65~68)
 - ⑬弾性剛性 $K = Q_{max}/\Delta d$ 、等価粘性減衰係数 $C_{eq} = NK/(2\pi f)$ より Q_{max} 、 Q_0 、 Δd 、 η 、 f の決め方 (p.69)
 - ⑭速度依存性が無視できる/鉄と依存性がある材料との使用区別 (p.70)
 - ⑮作動油の使用のメリット (p.71)
 - ⑯各種変化率の標準的クライテリア (p.72~78)

動に依存して特徴的な地震動波形（周期1～2秒のパルス状波形）を示すといわれている。このような特別な地域特性に依存する場合には、平12建告第1461号（時刻歴告示）の適用を受けるものとし、大臣認定の評価の中で地震動についてのただし書きに記述されているとおり、想定される地震規模、震源距離に見合った地震動時刻歴を作成し建築物の応答を検討することが望ましい。

また、地域によっては、敷地近傍における活断層だけでなく、プレート境界に生ずる大規模地震による影響が支配的となる場合もあるので、敷地の置かれた状況に応じて適切に地震動予測を行うことが必要である。

8. 左記の用語については(社)日本免震構造協会編「免震構造入門」・「免震積層ゴム入門」・「免震部材 JSSI 規格—2000—」、(社)日本ゴム協会編「設計者のための免震用積層ゴムハンドブック」、及び、(社)建築研究振興協会「改正建築基準法の免震関係規定の技術的背景—免震建築物の構造関係規定と免震部材の品質—」等を参照されたい。

なお、第6の構造計算や時刻歴応答解析法など実務に用いる各免震部材の基準値は(社)日本免震構造協会編「免震部材標準品リスト」（平成13年9月発行）に示されているのでこれも参照されたい。

「第8回 免震フォーラム」

－ 地震活動期における免震建築物を考える －

出版部会 猿田 正明、加藤 巨邦

去る8月31日(金)、東京・西新宿の工学院大学において、「第8回 免震フォーラム」が開催されました。例年は9月1日の防災の日に行われていましたが、今年は土曜日であるため、1日繰り上げて行われました。

参加者は、181名(会員153名、会員外7名、来賓21名)と盛況でした。これは、施行された新しい建築基準法により免震建築の設計方法が広がったため、今まで以上に免震建築物の動向に大きな注目が集まっているのではないかと考えられます。更に、今回のフォーラムでは、大規模地震の発生が懸念されている中、アップデートな話題提供により、免震建築を今まで以上に考える機会になったように思いました。また、会場の入口近くには、例年通りパンフレットコーナーが設置され、開演前や休憩時間に参加者の関心を集めていました。

当日は会場での機器のトラブルがあり順番が多少入れ代わりりましたが、以下の順序で進められました。

◎ プログラム

・主催者代表挨拶

(社)日本免震構造協会会長

山口 昭一 氏

・講演「特定活断層を想定した強震動予測レシピ」

京都大学防災研究所所長 日本地震学会会長

入倉孝次郎 氏

・講演「大規模地震に対する堆積平野上の長周期構造物の耐震設計を考える」

名古屋大学大学院環境学研究科教授

福和 伸夫 氏

・休 憩

・第2部

1. 「軟弱地盤における免震構造と地盤免震」

清水建設(株) 和泉研究室

福武 毅芳 氏

2. 「震源域近傍の強震動に対する免震設計」

(株)ダイナミックデザイン

宮崎 光生 氏

3. 「軟弱地盤に建つ大型通信用タワーを搭載する免震建物の設計」

(株)NTTファシリティーズ

斉藤 賢二 氏

4. 「近傍に活断層の密集する地域の免震建築物の設計」

(株)梓設計

柴田 昭彦 氏

5. 「超高層オフィス免震建物の設計」

(株)竹中工務店

田中 利幸 氏

・休 憩

・パネルディスカッション

・閉 会



写真-1 講演状況(入倉氏)



写真-2 パネルディスカッション(パネリストの方々)

はじめに、主催者を代表して山口昭一会長の挨拶が行われた。

「毎年、9月1日の防災の日にその時期にふさわしいテーマでフォーラムを行い、今年で第8回を迎えて、今回は免震建物と言うより耐震設計の基本中の基本である地震動を取り上げました。昔は、地震動の話をもとに聞くと建物が設計できないと思ったりもしたのですが、最近はどうな地震動でも大丈夫と思うようになりました。近年の地震動研究の進歩にはめざましいものがあります。今日は、このような難しいテーマにもかかわらず大勢の方にお集まり頂き、耐震設計も転機にさしかかっていると考えます。どうぞ、最後まで活発な質疑を行って頂きたいと思えます。」

引き続き、第1部の講演では、まず入倉孝次郎先生より「特定活断層を想定した強震動予測レシピ」と題してのお話を伺った。(写真-1)

阪神・淡路大震災後作られた国の地震調査推進本部は、全国で約100本の危険度の高い活断層について詳細な調査を行い、今後数百年以内にマグニチュード8程度の地震を発生させる可能性が高い断層帯を発表した。しかし、調査結果を将来の大地震に対する災害軽減対策に活かすためには、これらの活断層に将来地震が発生するとした場合にどこでどのような強さの地面の揺れが生ずるのかを評価する強震動予測が必要で、特定の活断層に起因する地震を想定したとき誰がやっても同じ答えがでるような強震動レシピについて紹介された。

地震危険度の高い活断層に起因する地震のことをシナリオ地震と呼び、それらの地震が発生した時にどのような被害が想定され、どのような準備対策が必要かなどの系統的な研究が始まっている。近年、大地震時の震源域近傍での強震動を断層モデルを用いて推定する研究が盛んになっており、さらに強震動記録や遠地地震記録を用いて断層面でのすべり分布を波形インバージョンにより求める研究へと発展してきた。

強震動評価のために必要な震源パラメータは、巨視的震源パラメータ(想定される地震の起震断層位置・総長さ・幅・傾斜・深さ・走向・地震モーメント)、微視的震源パラメータ(想定される地震のアスペリティの位置・大きさ・数、アスペリティ・背景領域の平均滑り量・応力降下量、滑り

時間速度関数)、その他の震源特性(破壊開始点、破壊伝播様式)があり、それぞれの求め方を紹介した。

最近では、FEM等による理論的方法と統計的グリーン関数法等の半経験的方法の特徴を組み合わせるハイブリッド法による強震動の合成が広く行われるようになってきて、兵庫県南部地震、コジャエリ地震や台湾集集地震等の震源近傍の記録との比較からその有効性が明らかになってきた。実際にこのレシピに従って行われた、糸魚川～静岡構造線断層帯(北部、中部)を起震断層と想定した強震動評価について紹介した。

最後に、最近のGPS観測や地震活動観測の成果と結びつけたアスペリティの位置と大きさの推定の研究が急がれること、今後、「震源の特性化手法」、「地下構造モデルの設定手法」および「強震動計算手法」それぞれの強震動予測結果のばらつきへの影響の評価が必要とされることを述べて結びとされた。

続いては、福和伸夫先生が「大規模地震に対する堆積平野上の長周期建造物の耐震設計を考える」と題して、今後、発生が懸念される南海トラフでの巨大地震を念頭において大規模堆積平野に立地する高層建物や免震建物の安全性について講演された。

強震観測にみる建物応答の特徴として、10階建以下の中低層建物や鉄骨系の戸建住宅や低層免震建物での実測記録を示しながら、設計上の仮定と実建物の挙動との問題点(S造の低減衰、建物・地盤の相互作用、解析モデルの妥当性、隣接建物間の相互作用、免震建物でのロッキングやねじれ・上下動等)を指摘した。

耐震性能の把握度と性能設計に関して、兵庫県南部地震における新耐震設計法による建物被害率が少なかったことを論拠に、不明確な設計外の余力を当てにした形で従前の地震荷重の大きさを是認したり、地震荷重の大きさを据え置いたままで相互作用などによる荷重低減効果を積極的に導入することへの疑問を示した。

共振と減衰の問題として、パルス性の入力に対しては減衰の効きは小さいが、波の繰り返し数が増えると最大応答となる振動数が共振振動数に近づき減衰による応答の差異が増大することを1自由度系の応答から示し、南海トラフでの巨大地震に対しては、波の繰り返し数の問題は留意する必要がある、Jenningsの包絡形などを用いることにつ

いて再検討の必要性を述べた。

堆積平野の地震動特性として、濃尾平野で行われている大都市圏強震動総合観測ネットワークでの観測記録等から、名古屋中心部で3秒程度、濃尾平野西部では6秒を超える卓越周期が明瞭に表れていることを示した。また、各地で多くの強震記録が観測公表されており、これらを基に例えば波形合成法等により設計用地震動の策定や地震動特性の検証が可能であることを述べた。また、愛知県における「愛知県設計用入力地震動研究協議会」を紹介した。

最後に、自然は常に弱いところを突いてくるので、是非、自然に対して謙虚な態度で、技術を過信せずに耐震設計を進めていきたいと締めくくられた。

休憩の後、第2部に入り具体的な事例が紹介された。

始めに、福武毅芳氏より、「軟弱地盤における免震構造と地盤免震」として主に軟弱地盤・液状化地盤における免震の適用性等が紹介された。

まず、液状化現象と有効応力解析について、解析結果が観測結果とよく一致し液状化が解析的に評価できることを示した。

続いて、免震建物～杭～地盤系の3次元FEM解析により、軟弱地盤・液状化地盤における免震の適用性の検討について示した。その検討結果では、液状化地盤においても周期3.5秒の免震建物が十分に効果を発揮し、安全性が確保されており、液状化地盤においても地盤特性を正確に把握し、詳細な解析を行えば、免震建物が設計可能であることを示した。今後の課題としては、諸条件を変えた解析の積み重ねにより、軟弱地盤における免震建物の適用条件の絞り込みや、大地震時の免震部材や杭の破壊の回避、共振の回避方法等が挙げられた。地盤特性を考慮した免震基礎として、軟弱地盤の部分的な地盤改良によって軟弱地盤を地盤免震として利用する例がいくつか紹介された。

基礎構造形式による免震効果として、支持杭と摩擦杭の場合について免震効果の違いが示された。

最後に、ライフサイクルコストを考えた基礎設計が必要であり、基礎設計の自由度を広げ、設計技術者の裁量・創意工夫がより発揮されることを期待すると述べて、まとめられた。

宮崎光生氏より、「震源域近傍における一連の強震動に対して、安全かつ効果的な免震構造建物が設計できるか？」という課題に対して各種の検討結果が紹介され、いくつかの提案も含めて見解が述べられた。

兵庫県南部地震の記録強震動をクリアすべく設計された免震建物を例題として、トルコ・コジャエリ地震および台湾・集集地震で記録された強震動に対して、いくつかの検証結果を示した。

その結果、殆どの記録強震動に対して、この検証建物は、充分安全で且つ効果的な性能を有していることを示した。しかし同時に、台湾・集集地震における2つの記録地震動には歯が立たないことも示した。そして、これらの地震動に対しては、装置の変形を制限するストッパーの追加では対応不可能であることも示した。

そこで、8～10mもの移動を伴う地震動を「断層運動地震動」と呼び、それ以外を「伝播地震動」として区別することを提案した。また、両地震動を含めて、最も適切な免震層の性能設定レベルが一目で判明できる「免震構造設計用応答スペクトル」を提案した。

このスペクトルに基づき、免震層性能を再設計すれば、「断層運動地震動」に対しても、充分安全で且つ効果的な免震構造設計ができることも示した。

すなわち、「伝播地震動」に対しても、「断層運動地震動」に対しても、安全な免震構造建物の設計は可能である。但し、前者と後者では設定すべき免震層の性能レベルに大幅な差異、不連続な相違があるので、設計に際しては、設計対象とする地震動を区別する必要がある。また、地震学研究者にお願いしたいことは、「この地域は断層運動地震動を考慮すべきである。」と指摘してほしいとの依頼を述べた。

齊藤賢二氏より、地震時に液状化するような埋め立て地盤上に建設される免震建物の基礎として、地中連続壁を格子状に配置した剛強な格子状基礎を採用した設計例が紹介された。

本計画建物は、地上12階、塔屋2階、軒高54.1m、平面形状は116.8m×43.2mの長方形で、柱にCFTを採用した鉄骨構造である。

免震部材には、天然ゴム系積層ゴム：42基(1000φ～1500φ)、鉛プラグ入り積層ゴム：45基

(1000φ～1300φ)、リニアスライダー：4基、が採用されている。

敷地は、埋立地であると共に下部には層厚20数mの沖積層があり、地震時には地盤の軟化が予想される第三種地盤である。

基礎構造は、剛性の高い連続地中壁（壁厚：1m）による格子状基礎とし、深さ43m付近の密実な砂礫層に支持させた。

また、比較検討のために、深さ63m付近の礫層に支持させた場所打ち鋼管コンクリート拡底杭を採用した場合も行った。

そして、これら両基礎を用いた場合における地盤－基礎－上部構造連成系の地震応答解析を行い、基礎構造の応答や上部構造の応答等について比較検討を行った。また、液状化対策効果や不動沈下防止効果についても考察を行った。

以上より、今回の例では、軟弱地盤上の免震建物の基礎としては、格子状基礎が有効であることが明らかになった。

柴田昭彦氏より、敷地近傍に数多くの活断層が密集した地域において設計された免震建築物の事例が紹介された。

本設計例は、岐阜市街地のほぼ中央部に位置した消防合同庁舎で、地上8階建てのRC造（一部S造）、延床面積約4,890m²、最高部高さ約31mである。

免震部材には、鉛プラグ入り積層ゴム：24基（750φ～950φ）が採用されている。

この建物が建設される地域（岐阜県）は有史以来大きな地震が多発している地域であり、敷地周辺にはまだ数多くの確実度の高い活断層が偏在している。そのために、全ての活断層について定量的に評価し建物の耐震性能を確認することは極めて困難なことである。

そこで、今回はまず始めに、建設地の地震活動を把握するために、敷地周辺の歴史地震を調査し、土木研究所の距離減衰式を用いて建設地における地表面の最大加速度、最大速度を推定した。そして、それらの推定値を用いて期待値分析を行った。その結果、本敷地における建物の解析で観測地震波を用いる場合については、最大速度振幅をレベル1で30カイン、レベル2で60カインに規準化することとした。

次に、敷地近傍の活断層の調査と地震動予測を行い、本建物に対して危険度の高い起震断層を選定した。そして、想定断層モデルを「内陸直下型の地震」と「海溝型の地震」に分類し、それぞれにおいて想定地震を設定した。

これらの地震動を用いて地震応答解析を行い、本建物の耐震性能目標を確認した。

田中利幸氏より、既存先行躯体の上部で免震とし、既存部を活用しながら上部建物の安全性を高めた超高層オフィスビルの設計例が紹介された。

本設計建物は、杭・地下柱・1階床などを施工後、1993年に工事を中断、その後、用途・プランなどを見直し、兵庫県南部地震の教訓を取り入れ、中間層免震構造として設計変更し、2000年11月に再着工している建物である。

本建物は、地下4階、地上27階、塔屋2階、軒高130m、延床面積：47,600m²の鉄骨構造で、1階の人工大地の上部に免震層を設けている。

免震部材には、角型鉛プラグ入り積層ゴム：6基（1100角～1350角）、リニアスライダー：12基、多機能ダンパー：6基、が採用されている。

今回の設計では、次の効果が得られている。

- ①中低層免震建物ほどの大きな免震効果はないものの、応答値は1/2～2/3程度に低減でき、人・物への損傷を低減できる。
- ②地震力が低減できることから、既存先行躯体を有効活用でき、約10ヶ月の工期短縮と建設副産物の低減が可能となっている。
- ③免震構造にしたことにより、各階に制震ダンパーなどの設置が不要となり、片側コアタイプの基準階プランの自由度を高めている。

以上より、深い地下を有する場合の建て替えに際して、中間層免震は有望な解決策の一つであると言える。

以上で、講演が終わり、休憩に引き続き各講師に登壇頂いてパネルディスカッションへ入った（写真-2）。主に地震動入力レベル、軟弱地盤、高層免震等について、各パネリストが補足説明を中心に進められた。最後まで、大勢の聴衆で会場は埋められており、予定の終了時刻もオーバーして閉会となった。

平成13年度免震部建築施工管理技術者講習・試験の実施

資格制度委員会委員長 西川 孝夫

社団法人日本免震構造協会の免震部建築施工管理技術者制度は、昨年の平成12年度よりスタートしました。平成13年10月12日現在で、556名が免震部建築施工管理技術者登録をしています。

本年度も、9月30日（日）に砂防会館（東京）にて、免震構造に関する専門技術について講習・試験を行いました。今回の受験申込み数は371名、受験者数は355名でした。

今後、11月下旬に合否の通知書を発送し、併せて登録申請の受付を開始し、来年の1月中旬頃には、「免震部建築施工管理技術者登録証」を発行の予定です。



講習会受講



講習会受講

国内の免震建物一覧表

(日本建築センター評定完了の免震建物)

出版部会 メディアWG

*BCJ免585以降です。

JSSIホームページでも同じ内容をご覧いただけます(但し、正会員・賛助会員専用ページ)。

間違いがございましたらお手数ですがFAXまたはe-mailにて事務局までお知らせください。

また、より一層の充実を図るため、会員の皆様からの情報をお待ちしておりますので宜しくお願いいたします。

URL: <http://www.jssi.or.jp/>

FAX: 03-5775-5734

E-MAIL: jssi@jssi.or.jp

No	BCJ	完了年月	件名	一般設計者	構造設計者	施工者	構造	階	建物概要					建設地	免震部材	
									地下	建築面積(m ²)	延べ床面積(m ²)	軒高(m)	敷高(m)			用途
650	免585	1998/10/23	富士吉田市新市立病院	日建設計	日建設計	戸田建設・早野組 長田土木・不二工業 ・加々見工務店JV	RC	5	I	6,268	21,982	26.75	31.30	病院	山梨県 富士吉田市	天然ゴム 鉛 鋼棒
651	免586	1998/11/20	株式会社潤工社 KOC第1期工事	フジタ	フジタ	フジタ	RC	7	-	3,025	17,395	32.00	36.80	工場	茨城県 笠間市	L.R.B
652	免587	1998/11/20	真宗大谷派林光寺 庫裡免震化工事	鹿島建設	鹿島建設	鹿島建設	RC	3	1		434	10.90			東京都 台東区	
653	免588	1998/11/20	(仮)サンクルーズ新築工事	新建設計	アーキテクト研究所	未定	RC	4	-	824	2,293	10.30	10.40	共同住宅	埼玉県 川越市	高減衰 天然ゴム すべり支承
654	免589	1998/11/20	東洋情報システム大阪センター 免震ビル増築工事	大林組	大林組	未定	RC	5	-	405	1,840	20.80	21.50	計算センター	大阪府 吹田市	L.R.B
655	免590	1998/11/20	日本大学理工学部新校舎3号館 免震補強工事	大成建設	大成建設	大成建設	RC	4	I	597	3,061	15.90	17.13	大学	千葉県 船橋市	すべり支承 高減衰 天然ゴム
656	免591	1998/11/20	(仮称)北陸銀行新事務センター 新築工事	日建設計	日建設計	未定	SRC	6	-	2,050	9,806	29.60	37.60	電算センター	富山県 富山市	L.R.B
657	免592	1998/12/18	大阪市中央公会堂・ 再生工事	大阪市都市整備局・ 坂倉・平田・青山・新日設 設計共同體	平田建築構造研究所・ 東京建築研究所(設計協力) 清水建設(設計協力)	清水・西松・ 大鉄建設JV	SRC	3	I	2,164	8,000	19.50	26.63	公会堂	大阪府 大阪市	天然ゴム 鋼棒 鉛
658	免593	1998/12/18	(仮称)松尾建設㈱ 鳥栖ビル新築工事	松尾建設	松尾建設	松尾建設	RC	3	-	299	859	10.85	11.45	事務所	佐賀県 鳥栖市	L.R.B 天然ゴム
659	免594	1998/12/18	衛生研究所新築工事	伊藤喜三郎建築研究所	伊藤喜三郎建築研究所	未定	RC	3	-	3,162	8,855	18.90	29.50	研究所	神奈川県 茅ヶ崎市	天然ゴム 鋼棒 鉛
660	免595	1998/12/18	(仮称)大阪明治生命館	竹中工務店	竹中工務店	竹中工務店他5社	地上:S 地下:RC (一部SRC)	14	3	2,113	33,766	59.40	61.90	事務所	大阪府 大阪市	鉛 天然ゴム
661	免596	1998/12/18	(仮称)白洋舎不動産 京都ビル	竹中工務店	竹中工務店	竹中工務店	RC・ SRC	11	1	109	885	29.60	34.80	店舗・ 共同住宅	京都府 京都市	鉛 オイル
662	免597	1998/12/18	パークマンションル品寺 新築工事	福川設計事務所	五洋建設	五洋建設	RC	14	-	1,232	7,169	41.40	46.60	共同住宅	熊本県 熊本市	高減衰 すべり支承
663	免598	1998/12/18	10-静岡国造工事事務所庁舎 建築工事	建設省中部地方 建設局	建設省中部地方建設局 日本設計	未定	RC	4	-	1,103	3,938	17.20	20.05	事務所	静岡県 静岡市	L.R.B
664	免599	1998/12/18	九段郵便局庁舎・九段宿舍 耐震改修その他工事	住友建設	住友建設	住友建設	RC・ SRC	10	-	777	7,696	29.90	39.40	郵便局 + 宿舍	東京都 千代田区	天然ゴム
665	免600	1998/12/18	総合保健福祉センター 建設工事	日立建設設計	日立建設設計	未定	RC	4	-	1,963	4,246	14.10	19.90	保健福祉等 複合施設	神奈川県 足柄下郡	高減衰 鋼棒
666	免601	1998/12/18	鈴木幸喜邸新築工事	一条工務店	一条工務店・ブリヂストン ・日本システム設計	一条工務店	直床木造 柱組構造	2	-	104	165	6.90	8.57	戸建住宅	静岡県 浜松市	積層ゴム すべり支承
667	免602	1998/12/18	(仮称)フリーアコーポレーション 名古屋支店新築工事	清水建設	清水建設 積水化学工業	清水建設	S	2	-	82	157	6.10	6.20	事務所	愛知県 名古屋	オイル
668	免603	1998/12/18	パークシティ横浜星川C棟	竹中工務店	竹中工務店	竹中工務店	RC	14	-	572	5,161	40.80	43.26	共同住宅	神奈川県 横浜市	L.R.B
669	免604	1998/12/18	神戸柏井ビル新築工事	竹中工務店	竹中工務店	竹中工務店	RC	8	-	164	1,148	32.50	37.92	事務所	兵庫県 神戸市	天然ゴム オイル
670	免605	1998/12/18	N.T.T. DoCoMo岐阜ビル (仮称)新築工事	NTTファシリティーズ	NTTファシリティーズ	未定	S・SRC ・RC	9	I	2,021	19,509	38.50	49.80	事務所・ 通信機械室	岐阜県 岐阜市	L.R.B
671	免606	1998/12/18	(仮称)浜本ビル新築工事	シマヤ建築設計事務所	奥村組	奥村組	RC	9	-	296	2,192	26.10	27.30	店舗付 共同住宅	広島県 広島市	高減衰
672	免607	1998/12/18	(仮称)高輪グランドビルズ	日建ハウジングシステム	日建ハウジングシステム 熊谷組	熊谷組	RC	15	I	322	4,678	46.00	46.50	共同住宅	東京都 港区	天然ゴム 鉛 鋼棒
673	免608	1998/12/18	(仮称)海老名東柏ヶ谷分譲 共同住宅新築工事(A棟)	フジタ	フジタ	フジタ	RC	13	I	1,365	14,223	37.70	42.10	共同住宅	神奈川県 海老名市	L.R.B

No.	BCJ	完了年月	件名	一般設計者	構造設計者	施工者	構造	階	建物概要					建設地	免震部材	
									地下	建築面積(m ²)	延べ床面積(m ²)	軒高(m)	最高高さ(m)			用途
674	免608	1998/12/18	(仮称)海老名東祖ヶ谷分譲共同住宅新築工事(B棟)	フジタ	フジタ	フジタ	R C	13	I	1,142	10,384	37.70	42.10	共同住宅	神奈川県海老名市	L R B
675	免609	1998/12/18	神奈川県立(仮称)新3・4号館	日建設計	日建設計	未定	R C	8	2	2,221	20,856	30.10	30.95	学校	神奈川県横浜市	天然ゴム鉛鋼棒
676	免610	1998/12/18	更生病院移転新築工事	日建設計	日建設計	未定	S R C	9	I	1,550	54,600	38.30	48.40	病院	愛知県安城市	天然ゴム鉛鋼棒
677	免611	1998/12/18	(仮称)パブリテンス浦和上木崎建設工事(A棟)	戸田建設	戸田建設	戸田建設	R C	11	—	546	4,238	32.00	37.30	共同住宅	埼玉県浦和市	L R B
678	免611	1998/12/18	(仮称)パブリテンス浦和上木崎建設工事(B棟)	戸田建設	戸田建設	戸田建設	R C	14	—	1,046	9,543	40.60	45.89	共同住宅	埼玉県浦和市	L R B
679	免611	1998/12/18	(仮称)パブリテンス浦和上木崎建設工事(C棟)	戸田建設	戸田建設	戸田建設	R C	6	—	432	1,895	17.70	22.97	共同住宅	埼玉県浦和市	L R B
680	免611	1998/12/18	(仮称)パブリテンス浦和上木崎建設工事(D棟)	戸田建設	戸田建設	戸田建設	R C	14	—	725	5,670	40.60	45.89	共同住宅	埼玉県浦和市	L R B
681	免612	1998/12/18	(仮称)I邸新築工事	アーキ・プライム	住友建設	住友建設	S	2	I	76	200	6.90	7.80	住宅(専用住宅)	東京都世田谷区	C L B 高減衰P S A
682	免613	1998/12/18	公立学校共済組合新本部事務所新築工事	教育施設研究所	教育施設研究所	鴻池組	S R C	10	I	1,358	12,732	41.30	46.05	事務所	東京都千代田区	L R B
683	免614	1999/1/22	山崎町防災コミュニティセンター新築工事	NTTファシリティーズ	NTTファシリティーズ	未定	R C	5	—	984	3,479	25.70	28.50	展示施設、福祉施設、防災センター	兵庫県六粟郡	C L B L R B 積層ゴム
684	免615	1999/1/22	(仮称)仙台市休日夜間急患センター	東北設計計画研究所	U構造設計 小堀謙二研究所	未定	R C	6	I	1,798	6,936	24.00	28.88	診療所、事務所、集会場	宮城県仙台市	L R B すべり支承
685	免616	1999/1/22	本庁舎耐震化工事	松田平田	松田平田	鹿島建設	R C	4	—	1,338	3,529	20.10	26.25	庁舎	神奈川県足柄下郡	L R B 積層ゴム すべり支承
686	免617	1999/1/22	津久井赤十字病院新築工事	田中建築事務所	田中建築事務所	清水建設	R C	7	I	1,417	9,838	27.20	30.95	病院	神奈川県津久井郡	L R B
687	免618	1999/1/22	株式会社ブリヂストン釜山製造所A棟新築工事	日建設計	日建設計	未定	R C	5	—	4,711	14,616	28.10	28.65	工場	静岡県磐田市	天然ゴム鉛鋼棒
688	免619	1999/1/22	(仮称)山王病院移転新築工事	大林組	大林組	大林組	R C	7	2	2,735	15,291	26.20	30.54	病院	東京都港区	L R B 天然ゴム
689	免620	1999/1/22	神戸大学医学部附属病院病棟新築工事	神戸大学施設部建築課 +安井建築設計事務所	神戸大学施設部建築課 +安井建築設計事務所	未定	S R C	11	I	4,586	48,434	50.70	51.65	病院	兵庫県神戸市	L R B
690	免621	1999/1/22	十三市民病院建替工事	大阪市都市整備局	大阪市都市整備局 松田平田	大林・大木・コーナンJV	R C	9	I	3,542	20,094	40.20	46.20	病院	大阪府大阪市	天然ゴム 鋼棒 鉛
691	免622	1999/1/22	(仮称)六本木一丁目YM計画 住宅棟	市川土木	小西建築構造設計	竹中工務店	R C	11	2	677	9,205	35.20	42.70	共同住宅	東京都港区	L R B 天然ゴム
692	免623	1999/1/22	シティコーポ第二小坂(仮称)新築工事	鴻池組	鴻池組	鴻池組	R C	12	—	506	4,200	32.90	34.67	共同住宅	愛知県名古屋市	積層ゴム 鋼棒 鉛
693	免624	1999/1/22	パークシティ横浜黒川D棟	竹中工務店	竹中工務店	竹中工務店	R C	19	—	1,437	21,457	55.10	58.11	共同住宅	神奈川県横浜市	L R B 積層ゴム 高減衰
694	免625	1999/2/22	ニセコM I N Tの家新築工事	総研設計	総研設計 オイレ工業	未定	W	2	—	123	219	5.50	8.50	住宅	北海道虻田郡	F P S
695	免626	1999/2/22	東京都高齢者福祉・医療の複合施設(仮称)建設工事	東京都財務局善隣部 磯崎新アトリエ	川口衛構造設計事務所	未定	S	7	—	9,754	33,111	32.20	—	病院	東京都江東区	天然ゴム オイル
696	免627	1999/2/22	(仮称)高見第5分譲住宅建設工事	大阪市住宅供給公社 鹿島建設	鹿島建設	鹿島建設	R C	15	—	2,102	19,789	42.60	48.35	共同住宅	大阪府大阪市此花区	L R B
697	免628	1999/2/22	(仮称)伊勢半本店五番町ビル新築工事	野村不動産	野村不動産 熊谷組	熊谷組	CFT・S・SRC	10	I	1,192	13,080	42.30	48.14	事務所	東京都千代田区	高減衰
698	免629	1999/2/22	(仮称)河南消防署建設工事(事務所棟)	荒井設計	荒井設計・免震エンジニアリング(協力)	未定	S R C	3	—	976	1,496	12.10	12.75	消防署(事務所)	栃木県足利郡	L R B 天然ゴム
699	免629	1999/2/22	(仮称)河南消防署建設工事(車庫棟)	荒井設計	荒井設計・免震エンジニアリング(協力)	未定	S	1	—	483	5.30	5.30	消防署(車庫)	栃木県足利郡	L R B 天然ゴム	
700	免630	1999/2/22	浜松東第一25街区第一種市街地再開発ビル新築工事	東畑建築設計事務所	東畑建築設計事務所	未定	R C	14	I	1,596	12,726	44.50	45.60	福祉施設・共同住宅	静岡県浜松市	積層ゴム 鋼棒 鉛

No.	BCJ	完了年月	件名	一般設計者	構造設計者	施工者	構造	階	建 物 概 要					建設地	免震部材	
									地下	延べ床面積(m ²)	延べ床面積(m ²)	軒高(m)	最高高さ(m)			用途
701	免631	1999/2/22	松蔭女子大学新築工事	竹中工務店	大成建設	竹中工務店 大成建設	R C	9	I	867	8,524	32.70	37.90	学校(大学)	神奈川県 厚木市	弾性はり支承 天然ゴム
702	免632	1999/2/22	大宮町庁舎	日建設計	日建設計	未定	R C	4	-	1,916	6,565	22.60	23.55	庁舎	茨城県 那珂郡	天然ゴム 鉛
703	免633	1999/2/22	名工学園名古屋工業高等学校増設改築工事	青島設計	青島設計 ダイナミックデザイン	未定	S R C R C	8	-	2,481	8,956	30.80	34.57	学校	愛知県 名古屋市中区	L R B
704	免634	1999/3/26	東京家政大学付属中高棟耐震改修工事	山下設計	山下設計	戸田建設	R C	4	I	997	4,273	18.10	19.45	学校	東京都 北区	天然ゴム 鉛
705	免635	1999/3/26	横須賀市都市施設公社社屋・消防局庁舎新築工事	類設計室	類設計室	未定	R C	7	I	683	4,682	29.60	30.00	消防庁舎 事務所	神奈川県 横須賀市	積層ゴム 鉛 鋼棒
706	免636	1999/3/26	(仮称)ピ・ウェル今新築工事	和建設	和建設 熊谷組	和建設	R C	15	-	494	4,739	43.00	44.23	共同住宅 (備一部事務)	岡山県 岡山市	高減衰 天然ゴム
707	免637	1999/3/26	広島大学(医病)病棟新築工事	教育施設研究所	教育施設研究所	未定	S R C + S	11	I	4,382	47,372	47.70	55.65	病院	広島県 広島市南区	L R B 天然ゴム
708	免638	1999/3/26	(仮称)沢の鶴人形町ビル新築工事	大林組	大林組	大林組	R C + S	9	I	705	6,703	34.80	39.25	事務所・共同 住宅・店舗	東京都 中央区	L R B 天然ゴム
709	免639	1999/3/26	市立砺波総合病院増設改築工事	共同建築設計事務所	共同ストラクチャー ・東京建築研究所	未定	R C (一部SRC)	8	I	5,068	29,346	41.10	41.53	病院	富山県 砺波市	天然ゴム L R B 滑り支承
710	免640	1999/4/23	大蔵省印刷局小田原工場総合庁舎新築工事		丸川建築設計事務所	未定	R C	3	-		3,695	13.30			神奈川県 小田原市	
711	免641	1999/4/23	帯人(南東京研究センター本館)改修工事		鹿島建設	鹿島建設	R C	5	I		15,397	24.90			東京都 日野市	
712	免642	1999/4/23	市営小浜団地建設工事(第2期)	NTTファンリテーズ ・協同組合建設技術センターJV	NTTファンリテーズ	未定	R C	11	-	591	5,299	32.20	35.35	共同住宅	鳥根県 松江市	L R B
713	免643	1999/4/23	(仮称)NICE URBAN 藤沢川名新築工事	日本鋼管工事	T・R・A	日本鋼管工事	R C	10	I	472	3,382	28.70	29.30	分譲住宅	神奈川県 藤沢市	L R B 弾性すべり
714	免644	1999/4/23	パークシティ横浜星川E棟	竹中工務店	竹中工務店	竹中工務店	R C	13	-	903	8,236	37.90	44.10	共同住宅	神奈川県 横浜市	L R B すべり支承
715	免645	1999/5/21	旧県庁舎本館支閣部分曳家・補強工事	日本設計	日本設計 武田建築事務所	未定	R C	3	-	434	935	16.10	19.05	県政資料館	鹿児島県 鹿児島市	L R B
716	免646	1999/5/21	高橋和夫邸新築工事	スベリオホーム	住友建設	スベリオホーム ・住友建設	S	3	-	140	395	9.60	9.97	住宅 (戸建住宅)	埼玉県 川口市	C L B H D R 減衰こま 防舷材
717	免647	1999/5/21	東京都文京区本郷小学校改築工事		構造計画研究所	未定	R C (一部SRC)	5	2		9,267	21.70			東京都 文京区	
718	免648	1999/5/21	シティコーポ春山新築その他工事		安藤建設	安藤建設	R C	14	-		20,622	41.70			愛知県 名古屋市中区	
719	免649	1999/5/21	河芸町庁舎・防災センター建設工事	日本設計	日本設計	未定	S R C (一部S)	5	-	1,605	4,955	21.20	21.80	庁舎	三重県 安芸郡	L R B
720	免650	1999/5/21	エスピーエスマイホームセンター静岡展示場(住宅展示場)	川崎工務店	川崎工務店 総研設計	川崎工務店	W (住宅特種)	3	-	111	249	9.00	9.95	住宅 (住宅展示場)	静岡県 清水市	球面すべり
721	免651	1999/5/21	新システム開発評価センター庁舎新築工事	運輸省航空局 安井建築設計事務所	運輸省航空局 安井建築設計事務所	未定	R C	3	-	3,117	9,388	15.30	19.80	事務所	大阪府 池田市	L R B
722	免652	1999/5/21	(仮称)靖国神社教職舎新築工事	三菱地所	三菱地所	清水建設	R C	9	-	500	2,954	28.10	28.30	共同住宅	東京都 千代田区	L R B 天然ゴム
723	免653	1999/5/21	(仮称)ロイネットホテル仙台新築工事	大和ハウス工業	大和ハウス工業 免震エンジニアリング	大和ハウス工業	S	10	-	953	8,364	30.90	31.59	ホテル・ 飲食店舗	宮城県 仙台市	L R B 天然ゴム 弾性すべり
724	免654	1999/5/21	(仮称)アーデルハイム高井戸南新築工事	ラカンデザイン研究所	鹿島建設	鹿島建設	R C	14	-	583	5,242	40.80	43.84	共同住宅	東京都 杉並区	高減衰
725	免655	1999/6/25	(仮称)東京社会保険医療福祉センター新築工事	伊藤喜三郎建築研究所	伊藤喜三郎建築研究所	未定	R C	7	1	7689	27945	32.6	35.55	病院	東京都 北区	L R B 天然ゴム
726	免656	1999/6/25	大船駅北第一地区第一種市街地再開発事業	日建ハウジングシステム	日建ハウジングシステム	未定	R C	11	I	2,047	16,332	35.30	39.85	共同住宅 ・店舗・ ケアプラザ	神奈川県 横浜市	天然ゴム 鉛 鋼棒
727	免657	1999/6/25	NTT DoCoMo徳島ビル(仮称)新築工事	NTTファンリテーズ	NTTファンリテーズ ダイナミックデザイン (免震構造設計協力)	未定	S R C (一部S)	6	-	871	4,812	25.30	30.85	事務所	徳島県 徳島市	球体転がり (S B B) L L R B

No	BCJ	完了年月	件名	一般設計者	構造設計者	施工者	構造	階	建物概要					建設地	免震部材	
									地下	建築面積(m ²)	延べ床面積(m ²)	軒高(m)	最高高さ(m)			用途
728	免658	1999/6/25	岩倉建設本店社屋新築工事	岩倉建設	岩倉建設 総研設計	岩倉建設	RC	4	-	383	1,494	14,80	17,00	事務所	北海道 苫小牧市	L R B すべり支承
729	免659	1999/6/25	(仮称)成人病センター 改築第1期工事	東畑建築設計事務所	東畑建築設計事務所	未定	SRC (一部S)	12	1	5,308	33,920	52,30	58,50	病院	滋賀県 守山市	天然ゴム 鋼棒 鉛
730	免660	1999/6/25	(仮称)大森マンション新築工事	太平工業	太平工業・大成建設	太平工業	RC	10	-	352	3,814	29,50	30,85	共同住宅	千葉県	高減衰
731	免661	1999/6/25	全労済千葉県本部会館 新築工事	NTTファシリティーズ	NTTファシリティーズ	未定	SRC (一部S)	7	-	554	2,841	31,50	32,16	事務所	千葉県 千葉市	L R B
732	免662	1999/6/25	高橋 英教邸新築工事	一条工務店	一条工務店・ブリヂストン ・日本システム設計	一条工務店	W (在来軸組)	2	-	68	125	6,90	8,80	専用住宅	愛知県 宝飯郡	積層ゴム すべり支承
733	免663	1999/6/25	国民健康保険坂下病院	山下設計	山下設計	鴻池組	RC (一部SRC)	4	-	5,453	13,681	17,00	25,90	病院	岐阜県 恵那郡	天然ゴム 鋼棒 鉛
734	免664	1999/7/30	鹿島テラハウス南長崎 3号棟免震改修工事	鹿島建設	鹿島建設	鹿島建設	RC	5	-	386	1,514	13,70	14,80	共同住宅 (社宅)	東京都 豊島区	球面すべり
735	免665	1999/7/30	(仮称)レクセルマンション亀倉	日建ハウジングシステム	日建ハウジングシステム	未定	RC	14	-	1,500	13,400	43,70	43,65	共同住宅	東京都 葛飾区	天然ゴム 鉛 鋼棒
736	免666	1999/7/30	北浦和一丁目地区第一種市街地 西開発事業施設建築物新築工事	タカハ都市科学研究所	タカハ都市科学研究所・ 織本匠構造設計研究所	佐藤工業	RC	13	2	1,486	13,831	45,40	50,90	店舗・事務 室・住宅	埼玉県 浦和市	L R B
737	免667	1999/7/30	センチュリー武蔵野 新築工事	ノアブランニング	富士工	富士工	RC	9	-	975	5,927	25,20	25,73	共同住宅 (分譲)	東京都 昭島市	L R B 天然ゴム
738	免668	1999/7/30	地球シミュレータ施設 建設工事シミュレータ棟	日建設計	未定	未定	S	2	-	6,363	15,80				神奈川県 横浜市	
739	免669	1999/7/30	(仮称)コープ西国立 新築工事A棟	盟建築設計事務所	浅沼組	浅沼組	RC	14	-	1,356	10,953	41,10	41,59	共同住宅	東京都 立川市	天然ゴム 鋼棒 鉛
740	免669	1999/7/30	(仮称)コープ西国立 新築工事B棟	盟建築設計事務所	浅沼組	浅沼組	RC	14	-	1,236	11,079	41,10	41,59	共同住宅	東京都 立川市	天然ゴム 鋼棒 鉛
741	免670	1999/7/30	次世代構造住宅開発事業 実験棟	竹中工務店	竹中工務店	竹中工務店	RC	3	-	666	1,254	11,10	12,30	共同住宅・ 実験施設	愛知県 瀬戸市	すべり 積層ゴム
742	免671	1999/7/30	村上市庁舎免震改修工事	鹿島建設	鹿島建設	鹿島建設	RC	5	-	2,078	6,901	18,80	29,40	市庁舎	新潟県 村上市	高減衰 すべり
743	免672	1999/7/30	「システムプラザ磯子」 2号館新築工事	鹿島建設	鹿島建設	鹿島建設	PC	7	-	1,350	9,242	30,30	34,50	事務所 (コンピュータ)	神奈川県 横浜市	天然ゴム 鋼棒 鉛
744	免673	1999/7/30	(仮称)印西東消防署新築工事	住宅・都市整備公団 石田敏明建築設計事務所	住宅・都市整備公団 ・東京建築研究所	未定	S・SRC (一部RC)	3	-	1,454	2,497	11,00	11,55	消防署	千葉県 印西市	球面すべり
745	免674	1999/7/30	星薬科大学新館(仮称) 建設工事	日建設計	日建設計	未定	RC (一部PRC)	7	1	2,786	16,968	29,10	34,05	学校	東京都 品川区	天然ゴム 鉛 鋼棒
746	免675	1999/7/30	コンフォートパティオ 熊谷東新築工事	江田組	大日本土木	江田組	RC	8	1	986	7,649	22,86	23,16	共同住宅	埼玉県 熊谷市	天然ゴム 鋼棒 鉛
747	免676	1999/7/30	(仮称)阪急茨木学園町集合 住宅建設工事(第3期4番館)	鹿島建設・ アーバン・エース	鹿島建設	鹿島建設	RC	11	-	25,544	20,842	31,70	38,23	共同住宅 (分譲)	大阪府 茨木市	高減衰 すべり
748	免676	1999/7/30	(仮称)阪急茨木学園町集合 住宅建設工事(第3期5番館)	鹿島建設・ アーバン・エース	鹿島建設	鹿島建設	RC	12	-			34,50	41,03	共同住宅 (分譲)	大阪府 茨木市	高減衰 すべり
749	免676	1999/7/30	(仮称)阪急茨木学園町集合 住宅建設工事(第3期6番館)	鹿島建設・ アーバン・エース	鹿島建設	鹿島建設	RC	9	-			25,90	32,43	共同住宅 (分譲)	大阪府 茨木市	高減衰 すべり
750	免677	1999/7/30	東計電算アウトソーシング センター新築工事	常非建築設計事務所	創建設計 免震エンジニアリング	大成建設	RC	4	-	885	3,491	15,20	19,00	事務所	神奈川県 川崎市	L R B
751	免678	1999/7/30	東海大学医学部付属 八王子病院	山下設計	山下設計	未定	RC	10	-	8,433	37,543	45,90	46,50	病院	東京都 八王子市	天然ゴム L R B 鋼棒
752	免679	1999/7/30	三輪秀夫邸新築工事	一条工務店	一条工務店・ブリヂストン ・日本システム設計	一条工務店	W (在来軸組)	2	-	78	128	6,90	8,80	専用住宅	埼玉県 本庄市	積層ゴム すべり支承
753	免680	1999/7/30	(株)サカエ島田営業所 社屋新築工事	中村建設	中村建設 創建設計	中村建設	S	2	-	217	179	7,60	8,20	事務所	静岡県 島田市	球面すべり
754	免681	1999/7/30	神戸市北消防署	神戸市住宅局営繕部工務課	神戸市住宅局営繕部・浪速 設計・ダイナミックデザイン	未定	RC	4	-	1,014	3,011	14,10	17,50	消防庁舎	兵庫県 神戸市	L R B すべり積層ゴム

No.	BCJ	完了年月	件名	一般設計者	構造設計者	施工者	構造	建 物 概 要					建設地	免震部材		
								階	地下	延床面積(m ²)	延べ床面積(m ²)	軒高(m)			最高高さ(m)	用途
755	免682	1999/7/30	千葉市立病院改築工事	千葉市都市局建築部 久米設計	千葉市都市局建築部 久米設計	未完	SRC (一部RC)	5	1	5,519	23,895	23.20	33.60	病院	千葉県 千葉市	天然ゴム L R B 鋼棒
756	免683	1999/7/30	(仮称)三番町プロジェクト	東急設計コンサルタント	東急設計コンサルタント	未完	上部構造S・ 下部構造RC	11	1	1,377	13,790	42.50	47.07	事務所・共同 住宅・駐車場	東京都 千代田区	L R B
757	免684	1999/9/10	大里Mモデル新築工事	アキュラホーム	アキュラホーム 総研設計	アキュラホーム	W (一部RC)	2	*	68	128	6.30	7.69	住宅	埼玉県 大里郡	球面すべり
758	免685	1999/9/10	川崎市消防局総合庁舎 新築工事	川崎市役所まちづくり局 安井建築設計事務所	川崎市役所まちづくり局 安井建築設計事務所	未完	上部構造S 下部構造RC	9	1	1,299	9,483	36.30	50.00	事務所 (消防署)	神奈川県 川崎市	L R B 天然ゴム
759	免686	1999/9/10	(仮称)及葉町共同住宅 新築工事		樟設計	未完	RC	5	-		1,318	14.60			東京都 板橋区	
760	免687	1999/9/10	議長公邸増改築	内井昭蔵建築設計事務所	M A Y設計事務所 東京建築研究所	未完	RC	2	-	1,343	1,580	10.10	12.01	住宅	東京都 千代田区	球面すべり
761	免688	1999/9/10	日本私立学校振興・ 共済事業団直営病院	佐藤総合計画	佐藤総合計画 東京建築研究所	未完	SRC	8	1	7,923	39,159	37.30	44.30	病院	東京都 江戸川区	天然ゴム L R B すべり 鋼棒 オイル
762	免689	1999/9/10	シティコーポ小坂南 (仮称)新築工事	熊谷組	熊谷組	熊谷組	RC	5	1	1,032	3,124	17.70	18.29	共同住宅 ・事務所	愛知県 名古屋	高減衰
763	免690	1999/9/10	(仮称)福岡KIDホテル	平成設計	中山構造研究所 日本免震研究センター 協力：福岡大学高山研究室	未完	RC	13	-	278	2,591	36.90	37.35	ホテル	福岡県 福岡市	天然ゴム 鉛 鋼棒
764	免691	1999/9/10	三友常盤ビル新築工事	日建設計	日建設計	未完	SRC	9	1	445	4,452	35.00	38.75	事務所	東京都 中央区	天然ゴム 鉛 鋼棒
765	免692	1999/9/10	九州厚生年金病院建替工事	日建設計	日建設計	未完	RC (一部RC・ SRC-S)	9	2	9,358	51	37.00	44.90	病院	福岡県 北九州市	天然ゴム 鉛 鋼棒
766	免693	1999/9/10	幕張ベイタウングランパティオス 公園西の街(3期)増築工事	UG都市建築 フジタ	フジタ	フジタ	RC	10	1	1,059	7,510	33.20	35.83	共同住宅 ・店舗	千葉県 千葉市	L R B
767	免694	1999/9/10	(仮称)元麻布1丁目計画B棟	竹中工務店	竹中工務店	竹中工務店	RC	6	1	1,148	5,749	18.40	19.60	共同住宅	東京都 港区	L R B
768	免695	1999/9/10	麓敏子邸免震計画	アール・ティール・ウィザード	オイレス工業 総研設計	デザインハウス	W 特設工法	3	-	148	169	6.60	10.00	住宅	東京都 渋谷区	球面すべり
769	免696	1999/9/10	(仮称)飯田市橋南第一地区 再開発ビル増築工事	都市環境研究所 南条設計室	織本匠構造設計研究所	吉川建設 西松建設	RC	10	-	1,473	8,323	37.30	38.20	共同住宅 ・店舗等	長野県 飯田市	天然ゴム オイル CLB
770	免697	1999/9/10	労働福祉事業団 関東労災病院	佐藤総合計画	佐藤総合計画	未完	SRC ・S	9	2	5,075	33,420	41.40	48.70	病院	神奈川県 川崎市	天然ゴム 鋼棒 鉛
771	免698	1999/11/10	多目的免震棟建築	積水化学工業 茨城セキスイハイム	積水化学工業	積水化学工業	S	2	-	62	124	6.40	8.93	厚生施設	茨城県 つくば市	鉛鋼ベアリング 高減衰ダンパー
772	免699	1999/11/10	井川勝、明子、剛志様 住宅新築工事		大和ハウス工業 AURI建築都市研究所	大和ハウス工業	S・RC (一部RC)	2	-		129	6.10			茨城県 結城市	
773	免700	1999/11/10	静岡がんセンター(仮称) 病棟棟新築工事	横河建築設計事務所	横河建築設計事務所 東京建築研究所	未完	SRC (一部S)	11	1	14,793	64,155	53.50	53.80	病院	静岡県 駿東郡	天然ゴム L R B すべり 鋼棒
774	免701	1999/11/10	(仮称)新ちば共済会館 新築工事	日建設計	日建設計	未完	SRC、 RC	10	-	3,203	13,140	46.20	56.60	ホテル	千葉県 千葉市	天然ゴム 鋼棒
775	免702	1999/11/10	(仮称)関口二丁目計画	日建ハウジングシステム	日建ハウジングシステム	清水建設	RC	11	2	799	4,962	34.70	35.20	共同住宅	東京都 文京区	天然ゴム 鉛 鋼棒
776	免703	1999/11/10	岡山大学医学部附属病 院病棟新築工事	岡山大学施設部・ 佐藤総合計画・ 桜井システム	岡山大学施設部 佐藤総合計画	未完	SRC	12	1	3,762	42,374	56.20	57.20	病院	岡山県 岡山市	天然ゴム 鉛 鋼棒
777	免704	1999/11/10	(仮称)浜松町2丁目ビル	日本設計	日本設計	大成建設	上部構造S (位CFR) 下部構造RC	12	1	978	12,292	47.40	56.50	事務所	東京都 港区	天然ゴム L R B 弾性すべり
778	免705	1999/11/10	宮崎太陽銀行新本店 新築工事	日本設計	日本設計	未完	SRC (一部RC)	10	-	1,709	10,945	45.70	49.50	銀行	宮崎県 宮崎市	L R B
779	免706	1999/11/10	熊本大学医学部附属病 院病棟新築工事	伊藤喜三郎建築研究所	伊藤喜三郎建築研究所	未完	SRC	13	1	3,764	44,750	56.70	57.20	病院	熊本県 熊本市	天然ゴム L R B 鋼棒

No.	BCJ	完了年月	件名	一般設計者	構造設計者	施工者	構造	階	建物概要					建設地	免震部材		
									地下	延床面積(m ²)	延べ床面積(m ²)	軒高(m)	最高高さ(m)			用途	
780	免707	1999/11/10	青木金属工業株式会社ビル	中山構造研究所	中山構造研究所 日本免震研究所センター 協力：福岡大学高山研究室	三和建設工業	RC	5	—	280	1,098	12.90	17.20	事務所	東京都 足立区	天然ゴム 鉛	
781	免708	1999/11/10	横浜入江町賃貸共同住宅 (第一団地)新築工事	鴻池組	鴻池組	鴻池・浅沼・ 三木建設JV	RC	7	—	1,423	7,755	19.60	19.92	共同住宅	神奈川県 横浜市	積層ゴム 鉛 鋼棒 弾性すべり	
782	免709	1999/11/26	(仮称)セイフティーテクノ ・テストハウス	杉本建築研究所	荏名建設	W法在全本 造基礎工法	RC	1	—	53	3.70			岐阜県 高山市			
783	免710	1999/11/26	関東閣(本館)耐震改修工事	(新築時) Josiah Conder (改修時) 三菱地所	未定	W法在全本 造基礎工法	RC	3	—	873	1,716	12.90	17.81	特定集会場	東京都 港区	天然ゴム 弾性すべり 鉛	
784	免711	1999/11/26	一条免震住宅(追1)	一条工務店	一条工務店・プリナストン ・日本システム設計	一条工務店	W法在全本 造基礎工法	RC	3以下	—	400以下	500以下	9以下	13以下	専用住宅・ 店舗併用住宅	北海道と沖縄を除く 各都府県	積層ゴム 弾性すべり 支承
785	免712	1999/11/26	Tビル 館免震化工事 【4号棟12階】	竹中工務店	竹中工務店	竹中工務店	SRC	11	1	874	68,219	44.00	52.40	事務所	東京都 中央区	積層ゴム 壁型粘性体	
786	免712	1999/11/26	Tビル 館免震化工事 【4号館地下なし(4号館2階)】	竹中工務店	竹中工務店	竹中工務店	SRC	—							東京都 中央区		
787	免712	1999/11/26	Tビル 館免震化工事 【1号館】	竹中工務店	竹中工務店	竹中工務店	SRC	11	1	2,218		43.80	53.40	事務所	東京都 中央区	積層ゴム 壁型粘性体	
788	免712	1999/11/26	Tビル 館免震化工事 【2号館】	竹中工務店	竹中工務店	竹中工務店	SRC	11	1	1,015		42.80	53.40	事務所	東京都 中央区	積層ゴム 壁型粘性体	
789	免712	1999/11/26	Tビル 館免震化工事 【3号館】	竹中工務店	竹中工務店	竹中工務店	SRC	11	1	1,171		42.80	53.40	事務所	東京都 中央区	積層ゴム 壁型粘性体	
790	免713	1999/11/26	君津中央病院	丹下健三都市・建 築設計研究所	織本匠構造設計研究所	清水・鹿島・ 三井洋行鉄鋼JV	RC	10	1	8,717	52,172	44.30	52.15	病院	千葉県 木更津市	天然ゴム 鋼棒 オイル	
791	免714	1999/11/26	千代田町庁舎	NSP設計	NSP設計	未定	RC	4	—	1,491	4,752	18.70	19.60	事務所 (庁舎)	広島県 山県郡	L R B	
792	免715	1999/11/26	東洋ゴム工業㈱クイック技術 センターオフィス棟工事	日建設計	日建設計	未定	RC+SRC	6	—	2,886	9,717	27.00	27.60	事務所・研 究施設倉庫	兵庫県 伊丹市	天然ゴム 鋼棒 弾性すべり	
793	免716	1999/11/26	SBSスタジオ棟増築工事	大成建設	大成建設	大成建設	RC	5	—	1,376	4,705	23.40	23.40	放送局・ スタジオ	静岡県 静岡市	高減衰 オイル	
794	免717	1999/11/26	(仮称)石川ビル新築工事	堀内建築事務所 熊谷組	熊谷組	熊谷組	RC	10	—	296	1,662	29.10	29.90	共同住宅	神奈川県 川崎市	高減衰	
795	免718	1999/11/26	(仮称)海辺ニュータウン R-3マンション新築工事 【N-1棟】	長谷工コーポレーション	長谷工コーポレーション	長谷工コーポレーション	RC	10	—	1,457	11,233	30.10	30.10	共同住宅	神奈川県 横須賀市	天然ゴム 鋼棒 鉛	
796	免718	1999/11/26	(仮称)海辺ニュータウン R-3マンション新築工事 【N-3棟】	長谷工コーポレーション	長谷工コーポレーション	長谷工コーポレーション	RC	8	—	1,164	6,886	24.40	24.38	共同住宅	神奈川県 横須賀市	天然ゴム 鋼棒 鉛	
797	免719	1999/11/26	11(積)札幌市南郷16南地区 建設工事【1号館】	戸田建設	戸田建設	戸田・丸彦・渡辺・ 岩倉特定建設工事JV	RC	14	—	1,261	12,465	40.20	44.10	共同住宅	北海道 札幌市	L R B	
798	免719	1999/11/26	11(積)札幌市南郷16南地区 建設工事【2号館】	戸田建設	戸田建設	戸田・丸彦・渡辺・ 岩倉特定建設工事JV	RC	14	—	743	8,870	40.20	44.10	共同住宅	北海道 札幌市	L R B	
799	免719	1999/11/26	11(積)札幌市南郷16南地区 建設工事【3号館】	戸田建設	戸田建設	戸田・丸彦・渡辺・ 岩倉特定建設工事JV	RC	14	—	743	8,865	40.20	44.10	共同住宅	北海道 札幌市	L R B	
800	免720	1999/11/26	(仮称)F美術館建設工事	坂倉建築研究所	O.R.S事務所	未定	SRC	7	2	567	2,950	33.90	35.40	美術館	東京都 港区	L R I	
801	免721	1999/11/26	信州大学医学部附属病院 中央診療棟新築工事	教育施設研究所	教育施設研究所	戸田・住友・松本 同谷特定建設工事JV	SRC	4	1	3,038	12,949	19.20	21.40	病院	長野県 松本市	L R B	
802	免722	1999/12/17	新宿駅西口木屋ビル 耐震補強工事(A'ビル)	東京建築研究所	小田急設計コンサルタント 竹中工務店 小田急建設	未定	SRC	8	2	2,467	18,116	31.00	40.00	百貨店・駅 施設・飲食店	東京都 新宿区	L R B 天然ゴム オイル	
803	免723	1999/12/17	平城宮跡第一次大極殿	文化財建造物保存 技術協会	文化財建造物保存 技術協会	未定	RC+SRC	1	—	1,387	1,701	21.60	27.10	屋外博物館 展示物	奈良県 奈良市	天然ゴム 壁型粘性体 リニアスライダ	
804	免724	1999/12/17	(仮称)東武朝霞台サンライズ マンション新築工事【北棟】	L.N.A.新建築研究所	L.N.A.新建築研究所	未定	RC	14	—	218	2,098	40.50	42.45	共同住宅	埼玉県 朝霞市	L R I	
805	免724	1999/12/17	(仮称)東武朝霞台サンライズ マンション新築工事【南棟】	L.N.A.新建築研究所	L.N.A.新建築研究所	未定	RC	12	—	216	1,829	34.80	36.75	共同住宅	埼玉県 朝霞市	L R I	
806	免725	1999/12/17	愛媛大学医学部附属病院 病棟・診療棟新築工事	教育施設研究所	教育施設研究所	清水建設・鴻池組・成興 建設特定建設工事JV	SRC	9	1	1,967	16,043	37.60	41.75	病院	愛媛県 温泉郡	L R B 天然ゴム	

No.	BCJ	完了年月	件名	一般設計者	構造設計者	施工者	構造	階	建物概要					建設地	免震部材	
									地下	延床面積(m ²)	延べ床面積(m ²)	軒高(m)	最高高さ(m)			用途
807	免726	1999/12/17	ビーコンビル能見台センタービルF館	清水建設	清水建設	清水建設	R C	15	—	1,267	15,027	43.30	47.75	共同住宅	神奈川県横浜市	L R B
808	免727	1999/12/17	白根徳洲会病院新築工事	新都計画	前田建設工業	前田建設工業	R C	9	—	4,729	16,092	33.30	40.50	病院	山梨県中巨摩郡	高減衰天然ゴムすべり
809	免728	1999/12/17	盛岡東警察署等庁舎新築工事	日本設計	日本設計	未定	SRC (一部RC)	10	1	1,297	14,323	50.00	57.45	警察署等	岩手県盛岡市	L R B
810	免729	1999/12/17	秦野赤十字病院移転新築工事	久米設計	久米設計	未定	R C	7	1	5,006	21,897	30.60	34.80	病院	神奈川県秦野市	天然ゴム L R B 鋼棒
811	免730	2000/1/21	(仮称)川崎下平間賃貸共同住宅新築工事【A棟北】	間組	間組	間組	R C	13	1	2,191	17,913	40.90	46.30	共同住宅	神奈川県川崎市	天然ゴム 鋼棒 鉛
812	免730	2000/1/21	(仮称)川崎下平間賃貸共同住宅新築工事【A棟南】	間組	間組	間組	R C	13	1	2,169	17,152	40.60	46.00	共同住宅	神奈川県川崎市	天然ゴム 鋼棒 鉛
813	免730	2000/1/21	(仮称)川崎下平間賃貸共同住宅新築工事【B棟】	間組	間組	間組	R C	6	—	802	3,431	17.90	19.05	共同住宅	神奈川県川崎市	天然ゴム 鋼棒 鉛
814	免730	2000/1/21	(仮称)川崎下平間賃貸共同住宅新築工事【C棟】	間組	間組	間組	R C	6	—	697	3,480	17.10	18.32	共同住宅	神奈川県川崎市	天然ゴム 鋼棒 鉛
815	免730	2000/1/21	(仮称)川崎下平間賃貸共同住宅新築工事【D棟】	間組	間組	間組	R C	6	—	583	2,568	17.10	18.32	共同住宅	神奈川県川崎市	天然ゴム 鋼棒 鉛
816	免730	2000/1/21	(仮称)川崎下平間賃貸共同住宅新築工事【E棟】	間組	間組	間組	R C	6	—	545	2,204	17.10	18.32	共同住宅	神奈川県川崎市	天然ゴム 鋼棒 鉛
817	免731	2000/1/21	(仮称)中落合3丁目計画新築工事		熊谷組	熊谷組	R C	15	—		9,267	44.30			東京都新宿区	
818	免732	2000/1/21	NTT DoCoMo YRP オフィス棟 (仮称)新築工事	NTTファシリティーズ	NTTファシリティーズ	清水建設JV	SRC (一部RC 地下:RC)	7	1	7,537	54,292	30.60	30.90	事務所 (研究開発施設)	神奈川県横須賀市	L R B オイル
819	免733	2000/1/21	仮称 小田原ビル新築工事		アトリエ・ジーアンドビー	未定	S	9	—	2,995	31,400				神奈川県小田原市	
820	免734	2000/1/21	(仮称)藤和渋谷美竹町ホームズ新築工事	フジタ	フジタ	フジタ	R C	18	1	1,499	20,291	56.10	61.10	共同住宅	東京都渋谷区	L R B すべり支承
821	免735	2000/1/21	五井病院新築工事	戸田建設	戸田建設	戸田建設	R C (一部SRC)	5	—	1,735	5,767	19.40	23.60	病院	千葉県市原市	天然ゴム 鋼棒タンパー 鉛
822	免736	2000/1/21	釧路港船舶通航信号所	晃研	晃研	未定	R C	4	—	254	595	16.00	16.50	事務所 灯台	北海道釧路市	弾性すべり 天然ゴム
823	免737	2000/1/21	河村直樹様 住宅新築工事		大和ハウス工業 AUR建築都市研究所	大和ハウス工業	S	2	—	126	6.10				滋賀県大津市	
824	免738	2000/1/21	免震NEW GRAND新築工事		清水建設	清水建設	R C	6	—	650	17.30				東京都大田区	
825	免739	2000/1/21	石津正迪 邸 新築工事	三井ホーム テクノウェーブ	三井ホーム テクノウェーブ	三井ホーム	W造 (一部SRC)	2	—	167	280	6.30	7.99	専用住宅	栃木県宇都宮市	パブリックオイル
826	免740	2000/1/21	三ツ和総合建設業協同組合ビル	高橋設計	大成建設	未定	R C (一部SRC)	10	—	447	2,511	37.90	39.75	事務所	埼玉県大宮市	弾性すべり 天然ゴム
827	免741	2000/1/21	千歳市立総合病院新築移転事業	日本設計 大栄建築設計JV	日本設計	未定	SRC・RC (一部SRC)	4	—	8,768	19,336	17.50	18.00	病院	北海道千歳市	L R B 天然ゴム 弾性すべり
828	免742	2000/1/21	伊那中央病院建設工事	伊藤喜三郎建築研究所	伊藤喜三郎建築研究所	未定	S R C	6	—	8,813	27,297	27.80	35.65	病院	長野県伊那市	天然ゴム 鋼棒 鉛
829	免743	2000/1/21	鶴岡市荘内病院移転新築	佐藤総合計画	佐藤総合計画	未定	R C (一部SRC)	10	—	10,463	39,549	44.20	45.70	病院	山形県鶴岡市	弾性すべり 天然ゴム 鋼棒
830	免744	2000/2/18	セイフティーテクノ 免震装置付寄寓住宅	セイフティーテクノ	杉本建築研究所	中島工務店	W (在来軸組構法)	2	—	131	172	6.20	7.81	展示場住宅	岐阜県中津川市	外筒ゴム 弾性ゴムパット すべりディスク
831	免745	2000/2/18	(仮称)海辺N T R 3 街区 N-2棟新築工事	長谷工コーポレーション	長谷工コーポレーション	長谷工コーポレーション	R C	14	—	1,027	10,612	42.70	44.74	共同住宅	神奈川県横須賀市	天然ゴム 鉛 鋼棒

No.	BCJ	完了年月	件名	一般設計者	構造設計者	施工者	構造	階	建物概要					建設地	免震部材	
									地下	建築面積(m ²)	延べ床面積(m ²)	軒高(m)	最高高さ(m)			用途
832	免746	2000/2/18	(仮称)ピ・エール大津新築工事	和建設	和建設 熊谷組	和建設	RC	13	—	513	4,533	37.70	39.06	共同住宅	高知県 高知市	高減衰
833	免747	2000/2/18	(仮称)ル・シャトー三木町新築工事	熊谷組	熊谷組	未定	RC	14	1	353	4,012	42.30	44.74	共同住宅 駐車場	和歌山県 和歌山市	L R B オイル
834	免748	2000/2/18	セイフティーテクノ 免震装置付ゲストハウス	セイフティーテクノ	杉本建築研究所	中島工務店	W(在来組 組構法)	1	—	68	65	4.10	5.73	展示場住宅	岐阜県 恵那郡	外筒ゴム 縦管ゴムパット ナベリディスク
835	免749	2000/2/18	(仮称)エクセル三番町新築工事	アム・ザイン	飛鳥建設	飛鳥建設 大成建設	RC	13	2	464	5,975	41.30	44.30	共同住宅	東京都 千代田区	積層ゴム 鉛 鋼棒
836	免750	2000/2/18	(仮称)NICE URBAN 小田原本町1丁目新築工事	諒建築設計	T・R・A	未定	RC	13	1	494	5,154	38.90	39.34	共同住宅 駐車場	神奈川県 小田原市	高減衰
837	免751	2000/2/18	消防本部及び(仮称) 佐倉消防署庁舎建設工事	松田平田	松田平田	未定	SRC	4	—	1,612	5,165	19.50	22.85	消防署庁舎	千葉県 佐倉市	L R B 天然ゴム
838	免752	2000/2/18	栗原中核病院(仮称) 病院新築事業	関・空間設計	構造計画研究所	未定	RC	5	—	7,679	19,899	21.10	29.80	病院	宮城県 栗原郡	L R B 天然ゴム オイル
839	免753	2000/2/18	(仮称)南青山6丁目計画	中川巖・建築総合研究所	構造計画研究所	未定	RC・SRC	13	1	393	4,227	45.00	45.45	共同住宅 事務所・店舗	東京都 港区	高減衰 オイル
840	免754	2000/2/18	山口伸人邸 新築工事	三井ホーム	三井ホーム テクノウエーブ	三井ホーム	W	2	—	107	207	6.00	8.86	専用住宅	東京都 杉並区	ペアリング支保 オイル
841	免755	2000/2/18	青い海公園クリニック	竹中工務店	竹中工務店	竹中工務店	SRC	7	—	659	3,433	27.70	40.60	診療所	青森県 青森市	L R B
842	免756	2000/2/18	エヌ・ティ・ティ ドコモ 関西神戸ビル 新築工事	NTTファシリティーズ	NTTファシリティーズ	未定	S	10	—	1,196	12,752	43.90	53.70	電気通信施設	兵庫県 神戸市	L R B 天延ゴム CLB
843	免757	2000/3/17	CLB免震住宅構法		住友建設又は 住友建設が認定したもの	住友建設	S	3以下	—	500以下	10以下				国内全域	
844	免758	2000/3/17	筑波事業所棟厚生棟建築		積水化学工業	積水化学工業	S	2	—	101	6.40				茨城県 つくば市	
845	免759	2000/3/17	(仮称)相模原市上九沢住宅	アルコム	構造設計集団 ダイナミックデザイン	未定	RC	6~14	1	12,741	53,297	42.37	43.10	共同住宅	神奈川県 相模原市	L L R B S L R S B B
846	免760	2000/3/17	関東セキスイ工業株式会社 厚生棟建築		積水化学工業	積水化学工業	S	2	—	101	6.40				茨城県 笠間市	
847	免761	2000/3/17	東日本建設業保証本社ビル 改修工事	松田平田設計	松田平田設計	未定	地上部:SRC 一部S10 地下部:RC	12	1	1,446	13,868	36.00	42.55	事務所	東京都 中央区	M L R B S L R
848	免762	2000/3/17	元住吉職員宿舎(建替) 建築その他工事 東棟		都市基盤整備公団 千代田設計	未定	RC	4	—	935	12.50				神奈川県 川崎市	
849	免762	2000/3/17	元住吉職員宿舎(建替) 建築その他工事 西棟		都市基盤整備公団 千代田設計	未定	RC(PI PI導入)	6	—	840	19.00				神奈川県 川崎市	
850	免762	2000/3/17	元住吉職員宿舎(建替) 建築その他工事 南棟		都市基盤整備公団 千代田設計	未定	RC(PI PI導入)	6	—	4,136	18.60				神奈川県 川崎市	
851	免763	2000/3/17	彦根市立病院移転新築工事		大澤構造設計事務所	未定	RC (一部S)	8	1	37,486	37.30				滋賀県 彦根市	
852	免764	2000/3/17	港区スポーツセンター プール棟改築工事		日本設計	未定	RC	6	—	6,630	30.00				東京都 港区	
853	免765	2000/3/17	11-東民-127号(菅根富士江) 建設工事		T・R・A	古久根建設	RC	7	1	1,692	18.50				東京都 府中市	
854	免766	2000/3/17	(仮称)ユニハイム園田 新築工事 志番館		ユニチカ 長田建築事務所	未定	RC	8	—	4,907	23.60				兵庫県 尼崎市	
855	免766	2000/3/17	(仮称)ユニハイム園田 新築工事 式番館		ユニチカ 長田建築事務所	未定	RC	15	—	12,204	44.90				兵庫県 尼崎市	
856	免766	2000/3/17	(仮称)ユニハイム園田 新築工事 参番館		ユニチカ 長田建築事務所	未定	RC	10	—	7,154	29.30				兵庫県 尼崎市	
857	免767	2000/3/17	慶応義塾大学日吉キャンパス 新研究室棟計画		清水建設	清水建設	S (柱CFR)	7	—	18,606	27.50				神奈川県 横浜市	
858	免768	2000/3/17	レークヒルズ野多目8・9番館 新築工事【D-1棟】		飛鳥建設	飛鳥建設 高松組	RC	13	—	6,522	37.40				福岡県 福岡市	
859	免769	2000/3/17	(仮称)八王子横山町 マンション新築工事		清水組 住友建設	清水組 住友建設JV	RC	13	1	4,028	38.30				東京都 八王子市	

No.	BCJ	完了年月	件名	一般設計者	構造設計者	施工者	構造	階	建物概要					建設地	免震部材	
									地下	建築面積(m ²)	延べ床面積(m ²)	軒高(m)	最高高さ(m)			用途
860	免770	2000/3/17	(仮称) 湊1丁目共同住宅新築工事		鏡高組	鏡高組	RC	10	1		3,243	29.40		東京都中央区		
861	免771	2000/3/17	(仮称) 飯田マンション		中山構造研究所 日本地震研究センター 協力：福岡大学高山研究室	小山建設	RC	7	1		3,879	19.50		神奈川県横浜市		
862	免772	2000/3/17	関病院新築工事		ジブ・デザイン・アソシエイト	未定	RC	5	1		4,491	16.80		静岡県三島市		
863	免773	2000/3/17	横浜市立港湾病院	伊藤長三郎建築研究所	伊藤長三郎建築研究所	未定	SRC	8	1		62,627	38.10		神奈川県横浜市		
864	免774	2000/3/17	(財) 日本海事協会情報センター(仮称) 新築工事		山下設計	大成建設	RC 一部PC	4	—		5,425	17.20		千葉県千葉市		
865	免775	2000/3/17	岐阜大学医学部附属病院病棟・診療棟新築工事		山下設計	大林組	SRC	9	—		60,569	48.50		岐阜県岐阜市		
866	免776	2000/3/17	野澤 文夫 邸 新築工事		三井ホーム テクノウエーブ	三井ホーム	W 作組工法	2	—		159	6.00		東京都町田市		
867	免777	2000/4/21	(仮称) 有本医院新築工事	川田耕市アトリエ	構造計画	小川組	RC	3	1	154	498	8.60	9.90	診療所	神奈川県横浜市	天然ゴム鉛
868	免778	2000/4/21	公立刈田総合病院建設工事	アーキテクト・コラボレーティブ	農本匠構造設計研究所	鹿島・安藤・盤田JV	SRC 一部CF	4	—	16,545	25,141	18.60	19.00	病院	宮城県白石市	L R B C L B
869	免779	2000/4/21	(仮称) 名古屋駅前杉浦ビル新築工事		構造計画研究所	未定	SRC	14	—		3,957	39.20		愛知県名古屋市		
870	免780	2000/4/21	第2多目的免震棟建築		積水化学工業 AURI建築都市研究所	積水化学工業他	S	2	—		105	6.10		茨城県つくば市		
871	免781	2000/4/21	(仮称) 昭和リース・目白台ビル新築工事	青木建設	青木建設	青木建設	RC	3	—	724	1,979	11.00	11.60	事務所	東京都文京区	天然ゴム鉛 銅棒
872	免782	2000/4/21	(仮称) アイランド・フォートMS新築工事	藤原設計事務所	大林組 藤原設計事務所	未定	RC	2	1	117	311	7.00	9.15	専用住宅	東京都杉並区	天然ゴム 軟鋼ばね ダンパー 転がり支承
873	免783	2000/4/21	関西大学工学部第一実験棟免震化工事	竹中工務店	竹中工務店	竹中工務店	RC	4	—	385	1,271	13.10	13.59	実験棟	大阪府吹田市	天然ゴム 軟鋼ばね 転がり支承 オイル
874	免784	2000/4/21	麹町二丁目公共施設	I.N.A新建築研究所	I.N.A新建築研究所 ダイナミックデザイン	未定	RC (PC)	5	—	2,874	11,558	23.60	24.81	小学校 幼稚園 区出張所 (児童センター等)	東京都千代田区	L L R B S L R S S L S B B
875	免785	2000/4/21	(仮称) 沼津N病院増築工事	未来會	T・R・A	未定	S	7	—	2,347	9,141	27.05	32.05	病院	静岡県沼津市	天然ゴム 軟鋼ばね ダンパー
876	免786	2000/4/21	県立こども病院新病棟建築工事	日建設計	日建設計	未定	RC	5	—	1,026	4,654	20.40	29.20	病院	静岡県静岡市	L R B
877	免787	2000/4/21	滋賀町庁舎建築工事	久米設計	久米設計	未定	RC・W 工法組立	2	—	1,621	2,671	7.22	15.92	庁舎	兵庫県宍粟郡	軟鋼ばね ダンパー
878	免788	2000/4/21	(仮称) 千住金属工業株式会社橋本事業所研究棟新築工事	安井建築設計事務所	安井建築設計事務所 エスケイ・デザイン	三平建設	RC	8	—	478	3,723	29.35	33.95	事務所 研究棟	栃木県真岡市	L R I
879	免789	2000/4/21	(仮称) ハミュー龍原南口新築工事	大栄建築事務所	大栄建築事務所 匠エンジニアリング 翔栄建築設計事務所	寄居建設	RC	11	—	810	6,098	31.66	32.96	共同住宅 店舗	埼玉県熊谷市	L R B 天然ゴム
880	免790	2000/4/21	セキスイハイム免震住宅		積水化学工業	積水化学工業他	S	2以下	—		500以下	9以下		関東地区		
881	免791	2000/4/21	DABIS (AURI型免震装置による大和ハウス免震住宅)	大和ハウス工業 AURI建築都市研究所	大和ハウス工業 AURI建築都市研究所	大和ハウス工業	S	2以下	—	40以上 250以下	80以上 400以下	9以下 130以下		住宅	茨城県水戸市	免震支承 Z型ダンパー
882	免792	2000/5/2	(仮称) K Sビル新築工事		フジタ	フジタ	RC	7	—		2,741	19.50			山梨県甲府市	
883	免793	2000/5/2	(仮称) CNCアネックス新築工事		鉄建建設	鉄建建設	S	5	—		1,261	23.10			埼玉県戸田市	
884	免794	2000/5/2	(仮称) 川村マンション新築工事	スターツ	ダイナミックデザイン	スターツ	RC (一部SRC)	9	—	412	2,169	25.98	27.04	共同住宅	宮城県仙台市	M L R B 軟鋼ばね ダンパー
885	免795	2000/5/2	大本山 永平寺 聖宝閣改築		丹青研究所	未定	RC	4	1		1,977	13.40			福井県吉田郡	

No.	評価番号 BCI基評-1B	認定番号	評価年月	件名	用途	設計	構造	建物概要				建設地 (市まで)	免震部材		
								階	地下	建築面積(m ²)	延べ床面積(m ²)			軒高(m)	最高高さ
1	0001	建設省富住指発第31号	2000/10/27	南砺中央病院建設事業	病院	日本設計 富山県建築設計監理協同組合	日本設計 富山県建築設計監理協同組合	6	—	5047.8	13442.5	28.1	32.6	富山県 西砺波郡	LRB 天然ゴム 弾性すべり支承
2	0002	—	2000/10/17	光華女子学園60周年記念棟新築工事	大学	京都建築事務所	京都建築事務所	6	1	604.1	3769.2	21.8	25.8	京都府 京都市	天然ゴム 鉛 鋼棒
3	0004	建設省神住指発第107号	2000/10/17	(仮称)スポーツモール川崎店		松田平田設計	松田平田設計 鹿島建設	6	—	564.9	3236.3	25.0	26.4	神奈川県 川崎市	天然ゴム 鋼製 鉛 すべり支承 オイル
4	0005	建設省神住指発第111号	2000/10/25	(仮称)藤沢市総合防災センター新築工事	庁舎	エヌ・ティ・エイ・ファミリーズ	エヌ・ティ・エイ・ファミリーズ	7	—	619.5	3679.2	28.0	28.3	神奈川県 藤沢市	天然ゴム 弾性すべり支承 オイル
5	0006	建設省熊住指発第20号	2000/10/25	シルクロゼアズ新築工事	共同住宅	大和設計	大和設計 小堀録二研究所	12	—	1668.5	8852.1	34.9	39.9	熊本県 熊本市	高減衰 すべり支承
6	0007	MFNN-0189	2001/5/29	(仮称)西五軒町再開発計画		芦原太郎建築事務所	住友建設	12	1	4167.2	33492.7	58.5	61.5	東京都 新宿区	鉛入り鋼製ゴム
7	0008	建設省玉住指発第76号	2000/11/8	(仮称)平成11年度一般賃貸住宅(ファミリー)大熊健造ビル	共同住宅 一部店舗	S.D.C.	大成建設	14	—	920.0	8779.1	44.4	45.0	埼玉県 戸田市	積層ゴム 弾性すべり支承
8	0009	建設省千住指発第58号	2000/11/8	精工技研第3工場建築工事	工場	大成建設	大成建設	5	—	1599.5	8062.2	21.5	22.8	千葉県 松戸市	積層ゴム 弾性すべり支承
9	0010	建設省石住指発第118号	2000/11/8	金沢医科大学病院新棟建設工事	病院	日本設計 中島建築事務所	日本設計 中島建築事務所	12	1	7055.0	51361.1	53.9	68.8	石川県 河北郡	LRB 天然ゴム
10	0011	建設省東住指発第726号	2000/11/8	(仮称)マイクロテック本社ビル改修(免震工法)		五洋建設	五洋建設	5	1	274.0	1151.7	16.5	18.8	東京都 杉並区	高減衰 弾性すべり支承
11	0012	建設省神住指発第106号	2000/10/17	(仮称)鶴見尻手計画A棟		鹿島建設	鹿島建設	14	—	3055.7	29563.1	43.5	44.5	神奈川県 横浜市	高減衰 オイル
12	0012	建設省神住指発第106号	2000/10/17	(仮称)鶴見尻手計画B棟		鹿島建設	鹿島建設	—	—	—	—	—	—	神奈川県 横浜市	高減衰 オイル
13	0012	建設省神住指発第106号	2000/10/17	(仮称)鶴見尻手計画C棟		鹿島建設	鹿島建設	—	—	—	—	—	—	神奈川県 横浜市	高減衰 オイル
14	0012	建設省神住指発第106号	2000/10/17	(仮称)鶴見尻手計画D棟		鹿島建設	鹿島建設	—	—	—	—	—	—	神奈川県 横浜市	高減衰 オイル
15	0014	建設省東住指発第654号	2000/10/17	(仮称)株式会社バイテック新社屋新築工事		清水建設	清水建設	8	1	613.5	3867.3	29.8	30.4	東京都 品川区	高減衰 オイル すべり支承
16	0015	建設省静住指発第56号	2000/11/8	(仮称)actSTEP新築工事	事務所 住宅	総研設計 工藤一級建築士事務所	工藤一級建築士事務所	3	—	188.1	438.0	10.9	14.1	静岡県 静岡市	球面滑り支承
17	0017	建設省東住指発第743号	2000/12/1	東京女子医科大学(仮称)総合外来棟	病院	現代建築研究所	織本匠構造設計研究所	5	3	6250.6	42726.4	24.1	28.8	東京都 新宿区	LRB 直動転がり ローラー支承
18	0018	平成13年国住指第3号	2001/1/17	(仮称)東急ドエル アルス中央林間六丁目プロジェクトA棟	共同住宅	日建ハウジングシステム	日建ハウジングシステム	7	1	6168.9	43941.9	22.7	23.2	神奈川県 大和市	天然ゴム 鉛 鋼棒
19	0018	平成13年国住指第3号	2001/1/17	(仮称)東急ドエル アルス中央林間六丁目プロジェクトB棟	共同住宅	日建ハウジングシステム	日建ハウジングシステム	11	1	—	—	34.4	35.5	神奈川県 大和市	天然ゴム 鉛 鋼棒
20	0018	平成13年国住指第3号	2001/1/17	(仮称)東急ドエル アルス中央林間六丁目プロジェクトC棟	共同住宅	日建ハウジングシステム	日建ハウジングシステム	17	1	—	—	53.0	53.6	神奈川県 大和市	天然ゴム 鉛 鋼棒
21	0018	平成13年国住指第3号	2001/1/17	(仮称)東急ドエル アルス中央林間六丁目プロジェクトE棟	共同住宅	日建ハウジングシステム	日建ハウジングシステム	8	1	—	—	25.7	26.6	神奈川県 大和市	天然ゴム 鉛 鋼棒
22	0018	平成13年国住指第3号	2001/1/17	(仮称)東急ドエル アルス中央林間六丁目プロジェクトF棟	共同住宅	日建ハウジングシステム	日建ハウジングシステム	11	1	—	—	34.4	35.5	神奈川県 大和市	天然ゴム 鉛 鋼棒

No.	評価番号 BCJ評価-B	認定番号	評価年月	件名	用途	設計	構造	建物概要				建設地 (市まで)	免震部材		
								階	地下	建築面積(m ²)	延べ床面積(m ²)			軒高(m)	最高高さ
23	0019	建設省神住指発第128号	2000/11/8	元住吉職員宿舎(建替)建築その他工事(東棟変更)	共同住宅	都市基盤整備公団千代田設計	都市基盤整備公団千代田設計	4	-	295.5	934.6	12.5	13.1	神奈川県川崎市	天然ゴム鉛 オイル
24	0020	建設省営住指発第1号	2000/11/20	中央合同庁舎第3号館耐震改修工事	事務庁舎	建設大臣官房官庁管轄部山下設計	建設大臣官房官庁管轄部山下設計	11	2	5878.1	69973.9	44.9	53.6	東京都千代田区	天然ゴム鉛入り積層ゴム オイル
25	0021	建設省千住指発第59号	2000/11/8	千葉市郷土博物館耐震改修工事	博物館	千葉市都市整備公団桑田建築設計事務所	構建設計研究所東京建築研究所	5	-	636.1	1872.1	26.6	30.4	千葉県千葉市	積層ゴム 弾性すべり支承 鋼棒
26	0023	建設省東住指発第653号	2000/10/17	(仮称)南砂1丁目計画	共同住宅	タウン企画設計	鹿島建設	13	-	1298.7	11461.7	39.6	40.8	東京都江東区	鉛入り積層ゴム すべり支承 オイル
27	0024	建設省三住指発第38号	2000/10/25	菟野町新庁舎建設工事	庁舎	日建設計	日建設計	7	-	2207.4	10078.0	28.0	28.6	三重県三重郡	天然ゴム鉛 鋼棒
28	0025	MFNN-0075	2001/2/16	(仮称)阿倍野D3-1分譲住宅建設工事	共同住宅	大林組	大林組	14	1	1181.3	12922.9	48.4	52.3	大阪府大阪市	LRB 弾性すべり支承
29	0026	建設省東住指発第731号	2000/11/8	東京消防庁渋谷消防署庁舎改築	消防庁舎 職員宿舎	東京消防庁総務部施設課豊建築事務所	東京消防庁総務部施設課豊建築事務所	9	1	879.9	5572.0	30.2	30.8	東京都渋谷区	LRB
30	0030	建設省神住指発第127号	2000/11/8	(仮称)東急ドエル アルス中央林間六丁目プロジェクト(その2)D棟	共同住宅	日建ハウジングシステム	日建ハウジングシステム	7	-	6168.9	1759.9	21.9	22.6	神奈川県大和市	天然ゴム鉛 鋼棒
31	0030	建設省神住指発第127号	2000/11/8	(仮称)東急ドエル アルス中央林間六丁目プロジェクト(その2)G棟	共同住宅	日建ハウジングシステム	日建ハウジングシステム	5	-		1867.6	14.9	16.2	神奈川県大和市	天然ゴム鉛 鋼棒

運営委員会—————委員長 武田壽一

今年の総会で協会の組織変更があり、協会全体の問題を活発にしかも包括的に検討してきた会務会議がなくなりその分を運営委員会が掌握し検討することになった。その為に企画委員会が一段と強化され他の委員会と打合せをしつつ、各種問題の検討と今後の企画提案をしてもらうこととした。もちろん運営委員会委員からの提案を含めて審議し、理事会に諮ることになる。メンバーに企画委員会、普及委員会および技術委員会の各委員長と免震に造けいの深い方が参加し活発な活動をしつつあるところである。来年の協会設立10周年記念事業に賛成したが、おおいに本協会の発展を念ずるものである。一方、建設業界の多難なときでもあり、広く社会に貢献すると同時に会員に出来るだけのメリットが返せればと思っている。

企画委員会—————委員長 又木義浩

「企画委員会」は、本年度より運営委員会に直結して位置づけられることとなり、12名の委員(委員長：又木義浩)による新体制で活動を開始し、4つのWGを組織した。

【会務WG (主査：西川一郎)】主に協会の財務会計に係わる事項を審議・検討・調整する。また、必要に応じ、協会定款、規則等の見直し等についても起案する。

【評価機関WG (主査：中山光男)】協会から派生して独立した指定性能評価機関を設立することの可否について、事業性を含め多角的検討を実施する。

【認定WG (主査：上野 薫)】免震部材維持管理点検技術者の資格制度に関して、発足を前提に企画提案する。また、免震部材製造管理技術者認定制度および免震部材製造工場認定制度に関しても、協会としての実行可能な方策を検討・立案する。

【社会ニーズ醸成WG (主査：東 清仁)】建築基準法改正以降の免震建物実績調査方策の立案および社会ニーズの醸成策について企画立案する。

技術委員会—————委員長 和田 章

技術委員会の活動は日本免震構造協会の発足(1993年)と同時に約30人ほどの委員で始められ、小委員会とこれに属するWGの組織で進められて来

た。現在では会員の関心が高く委員総数が100名を超えているため、部会とこれに属する小委員会、WGを設けて活動を進めている。平成13年度～14年度の活動は「設計部会」、「免震部材部会」、「施工部会」、「応答制御部会」の4部会を中心に進める。

・設計部会 委員長 公塚正行

(1) 性能評価準備小委員会 (主査：公塚正行)

1) 平成13年度

- ・「免震建築物の耐震性能評価・表示指針(案)」の改訂
- ・既往の設計物件を対象として、性能評価用入力地震動の妥当性を検証する。
- ・性能評価を行うにあたっての問題点の整理

2) 平成14年度

- ・「免震建築物の耐震性能評価・表示指針(案)」の改訂
- ・耐震性能評価の事例集を作成・出版

(2) 入力地震動小委員会 (主査：瀬尾和大)

1) 平成13年10月の理事会に向けて入力地震動に対する協会としての考え方の骨子についてWG案を提示する。

2) 平成13年度末

上記の骨子を裏付ける資料を準備する。

3) 平成14年度

入力地震動に対する協会としての考え方を総括してWGの活動を終了する。入力地震動作成の代表的な手法を比較し、それぞれの特徴についてコメントする。考え方は提示するつもりであるが、ある特定の手法のみを推奨することはしない。告示波については協会としてサンプル波形を共有できるようにしたい。標準波 (El Centro, Taft, Hachinohe, Kobe)の位相特性を伝播特性の視点から説明し、告示波とドッキングさせたい。関東地震の模擬地震動のばらつきを吟味し、東京でのサンプル波形を提示したい。この中には、これまで考慮していなかった表面波の成分も反映させたい。

(3) 設計支援ソフト小委員会 (主査：酒井直己)

免震構造に関する告示が施行され、手続き的は初心者でも簡単に計算できるようになったが、これが直ちに妥当な設計になるとは限ら

ない。計算された結果あるいは設定した値が妥当なものであるかどうかをチェックする必要があると考える。各設定値・計算値について、不適當と思われる値に対しては、コメントを表示するチェックソフトの開発を行う予定である。現在は、ソフト全体の構成の検討とチェックすべき項目のピックアップを行っている。また、これと並行して、免震部材メーカーが大臣認定を取得した免震部材について、設計に用いる性能値をデータベース化することも検討中である。

・免震部材部会 委員長 高山峯夫

免震部材小委員会は2年間の活動を経て、免震部材部会に引き継がれた。免震部材小委員会では、積層ゴムアイソレータWG、ダンパーWG、実験WG、設備設計WGで構成されていた。積層ゴムアイソレータWG、ダンパーWGでは免震部材の特性データの調査などを行い、設計資料を提供した。設備設計WGでは設備設計標準を作成し、公表した。それぞれのWGの活動は一応の区切りがついたと考える。ただし、実験WGはスケール効果に関する試験データの取り纏めと公表のために活動は継続しており、今年末を目処に活動を終える予定である。基本的に重要と思われる共通な実験テーマはまだ、多く残っているので、継続予定である。

免震部材部会の活動としては、免震材料を含め免震構造関連の告示が制定された段階であるので、免震部材の性能評価のあり方や評価方法について、構造設計者からの意見を取り纏め、部材性能の評価のあり方を深く議論する必要があると考えている。また、積層ゴムのISO化・JIS化の作業も進行中であり、このような議論を免震構造協会として行っておくことも重要である。

(1) 免震部材実験小委員会 (主査：高山峯夫)

前身の免震部材実験WGでは積層ゴムの力学的性質が積層ゴム試験体の大きさの違いによってどのように影響を受けるかを実験により検討してきた。この小委員会では、これを受けてスケール効果に関する試験データの取り纏めを行い、その結果を公表する。

(2) 部材性能・品質基準小委員会(主査：北村春幸)

現在、免震部材は、建告第1446号に従って免震材料認定をおおむね取得し終わっており、適用サイズの追加や新規開発のものの取得作業が行われている状況にある。製作者は、認定取得作業において、免震部材の開発や製品検査の際に行った各種実験の整理・評価を行っている。それらの貴重な実験データを散逸させることなく、今後の免震建物の設計に役立つように整理・評価することが緊急に必要とされる。本WGは、これらの資料を集めて整理・評価し資料として残すこと、積み残されたあるいは質・量において不十分な実験項目を抽出することを行う。さらに、これら実験資料を利用して、免震設計のための免震部材の性能基準・品質基準を作成することを目的とする。

1. 免震部材の実験データの収集と整理・評価

当面、積層ゴム、弾性すべり支承、引き続き、剛すべり・転がり支承、塑性履歴型ダンパー、粘性減衰型ダンパー

2. 設計のための技術基準の作成

性能基準、品質基準

・施工部会 委員長 原田直哉

(1) 免震構造施工標準に対応する「免震構造特記仕様書」(A2図版)を作成する。

(2) 免震構造施工 Q&A 集を作成する。免震構造施工標準と呼応して、具体的な施工上の問題点の解決方法(免震ベースプレートの検討、T.Cの控えの計算、養生材、拘束材、耐火養生、施工不具合、免震部材の交換、施工中の挙動対策など)をまとめる。

(3) レトロフィット、中間階免震、木造免震等、特殊な免震構造に関する施工法の整理、設備との納まり事例集などについては非常に個別の対応が必要になるので、標準的な方法を示すのは難しいので今回は含めない。

・応答制御部会 委員長 笠井和彦

応答制御部会は、我が国及び海外での制振構造の健全な普及をめざすことを目的とする。具体的には、装置・材料の品質基準と測定方法、装置・

制振構造の解析法と設計法などに関するJSSIマニュアル(案)の作成を本年度、次年度の活動項目としている。制振部材品質基準小委員会、パッシブ制振評価小委員会、アクティブ制振評価小委員会の3小委員会を設け活動を進めている。主なテーマは鋼材、粘弾性、粘性(壁)、オイルダンパーなどの制振部材、ダンパーの設計、ダンパーの解析および制振構造の解析などである。本年度においては、12月14、15日に行われるパッシブ制振シンポジウムでの各小委員会・ワーキンググループの成果発表を予定している。また、次年度10月のSEW2002 (Structural Engineers World Congress)では、2セッションにおいて応答制御部会の成果発表(発表論文数約10編)を行う。

- (1)制振部材品質基準小委員会(委員長:木林長仁)
- (2)パッシブ制振評価小委員会(委員長:笠井和彦)
- (3)アクティブ制振評価小委員会(委員長:西谷 章)

普及委員会————委員長 須賀川勝

本年度から普及委員会が新たに設けられました。早速普及活動を4部会が一体になって効率良く行うように企画委員会WG等他委員会とも調整を図り、具体的な計画を運営委員会に図って進めている段階です。まず普及活動の対象を実務に携わっている人から一般の方まで3段階に分けて、普及の方法を検討してきました。中間のレベルには当協会の免震普及会を軸に普及活動をしていくことで計画しております。一般の方に免震を理解してもらうには相当のエネルギーが必要ですが、少しでも興味を持ちやすい住宅関連を軸に、戸建住宅部会、社会環境部会で進める予定です。情報伝達手段としては、会誌の他に一般の人にはホームページの有効利用をメディアWGにて検討しております。従来からの各種講習会等については教育普及部会で計画的に実施する予定です。今年度は昨年からの引継ぎを主体に各部会で計画を作成し、更に来年度からの活動をする為の分担、委員数等も検討しております。又普及活動には協会全体で取組まなければならないものもあり、各方面からの協力が欠かせないため、幹事会を設けて全体の調整を図りつつ普及活動の計画を進めていく方針です。

・教育普及部会 委員長 早川邦夫
構造技術者向けの専科講習会として、免震告示の「技術的背景」を構造設計と免震部材に分け行うこととし、構造設計編を11月末の開催を目標に現在企画中である。一般向けの普及活動として、当協会の免震普及会へ常設講習会を年明けから行うこととし、講習会用資料の整理を行っている。また、第8回免震フォーラムを企画し、8月31日(金)に普及委員会の運営で開催された。

・出版部会 委員長 須賀川勝
出版部会の全体会議は10月26日(金)に開催されました。会誌34号の進行状況、次ぎの35号の内容、執筆依頼について検討されました。原稿が集まった10月初めからWGの皆さんは連絡を取り合いゲラの作成を進めてきましたが、26日以降2、3回のWGが開催される予定です。当委員会は設計事務所、施工会社、部材メーカーと多方面の方が委員になっているので、記事にするテーマ選定や紹介する建物、現場等の情報は比較的集め易い状況です。それでも常に会誌編集にあたり、偏った分野の記事が多くなってしまわないように、細心の注意を払っています。最近では自ら記事を出したいと言ってきてくれる方も出てきておりますが、幅広い内容の会誌が発行できるよう更なるご協力を期待しております。なおメディアWGではホームページの充実有一段と力を入れていますので見て頂き、ご意見をお願いします。

表彰委員会————委員長 武田壽一

今年も昨年同様に第3回免震構造協会賞の公募を“MENSIN”と“HOMEPAGE”に掲載した。

建築計画委員会————委員長 石原直次

先回紹介しました「これからの免震」の原稿づくりが忙しくなってきた時同時多発テロ事件が発生し、何かとワールドトレードセンターの構造の話になってしまいます。可児専務理事から建設当時の話や構造設計者の話など聞けば聞くほど興味が湧いてくる内容でなかなか本題に戻れません。さて、テーマは住居系の免震とすることで決まり、12月までにまとめることとなりました。

国際委員会 ————— **委員長 岡本 伸**

2003年にJSSI-CIB共催で日本で、免・制震建築物の性能評価に焦点を当てた国際シンポジウムを開催する件を具体化するための検討を行い、本シンポジウムを協会設立10周年の記念行事の一環として実施することを理事会に提案するための趣意書案を作成した。時期は、2003年10-11月頃とし、200人程度（海外50人）の参加者を想定し、2002年2月頃までに、国内・外の組織委員会を立ち上げ、9月頃までに論分募集のパンフレットを作成すること、などのおおまかなスケジュールを設定した。今後協会内の関連委員会との連携を密にして、本シンポジウムをJSSIからの積極的な海外への情報発信の機会とすべく、積極的な国際活動を展開する予定である。

資格制度委員会 ————— **委員長 西川孝夫**

平成13年度「免震部建築施工管理技術者」試験の実施について、昨年度の経験と反省を踏まえて、問題を作成し、さらに実施の具体的方法について詳細に検討し、去る9月30日砂防会館にて試験を実施した。応募者は371名、当日受験者は355名であった。合格者の発表は11月末を予定している。昨年度の試験と多少異なり、記述試験を導入するなどの工夫をこらしたが、受験者にはおおむね好評のようであった。また、昨年度の合格者で登録した者についての名簿を作成し、会員及び登録者全員に配布した。資格は5年毎に更新することになっているので、それに向けての更新資格の与え方、あるいは更新講習の行い方等についての議論を煮つめつつあり、来年4月を目途にそれらを公表し、実施に移すことを予定している。「免震部建築施工管理技術者」の質の維持と向上にむけて努力していく所存である。

維持管理委員会 ————— **委員長 三浦義勝**

懸案事項の維持管理点検業務JSSI認定資格技術者の審査を終了しました。今回は以下の方々が認定されました。

- ・青木秀修氏 [I.M.V(株)]
- ・斎藤英昭氏・小野一氏 [(株)ジャスト]
- ・鎌田正義氏・中塚實氏 [ブリヂストン建築用品 東京(株)]

- ・丸岡嘉秀氏 [鹿島建物総合管理(株)]
- ・富島誠司氏・中山浩一氏 [(株)免震システムサービス]

「JSSI維持管理基準2001」の発行に伴い、いくつかの質問がでています。まとめて、本誌に掲載することにします。2001年10月から2002年の3月までの点検事業担当委員は、伊沢、沢田、長谷部委員です。

基準等作成委員会 ————— **委員長 山竹美尚**

本委員会が協力した免震告示関連の図書も成果品として世の中に出ました。改めてご紹介します。

①「免震建築物の技術基準解説及び計算例とその解説」。

編集は、国土交通省住宅局建築指導課、建築研究所、日本建築行政会議、日本免震構造協会、日本建築センター、発行は工学図書で講習会と同時に平成13年5月に発行されました。

②「改正建築基準法の免震関係規定の技術的背景」。監修は建築研究所、編著は、建築研究所、日本免震構造協会、建築研究振興協会、発行はぎょうせいで平成13年8月に発行されました。

③「免震部材標準品リスト-2001-」。

編集・発行は日本免震構造協会平成13年9月に発行されました。

それぞれの本については以前からここで紹介していますので詳細は省きますが、②の「技術的背景」は免震建築に関係する人にとっては、免震構造、免震部材を理解するのに現在市販品の中で最良のものと自負しており、自信を持って皆様にお勧めします。また、③のリストは、現在国土交通大臣の認定を受けている免震部材について、認定を受けた製作会社より掲載希望のあったものについてリストアップしたもので、告示の計算方法及び時刻歴応答解析のいずれにも使えるように基準値を記載しており、設計の実務に大いに利用できます。本委員会は、その役目を果たし10月末で解散することになりました。委員の皆様の惜しみない協力があった初めて成し遂げられたことで、誌上を借りて感謝の意を表します。

委員会活動報告 (2001.7.1～2001.9.30)

日付	委員会名	場所	人数
7.3	資格制度委員会/審査部会	事務局	8名
7.6	技術委員会/応答制御部会/制振部材品質基準小委員会/WGc	〃	8名
7.9	普及委員会/教育普及部会	〃	12名
7.9	資格制度委員会/試験部会	本館小会議室	7名
7.10	技術委員会/応答制御部会/制振部材品質基準小委員会/WGb	事務局	5名
7.10	普及委員会	〃	3名
7.10	技術委員会/設計部会/設計支援ソフトWG	〃	6名
7.12	国際委員会	〃	7名
7.13	技術委員会/運営幹事会	〃	4名
7.17	資格制度委員会/幹事会	〃	9名
7.18	基準等作成委員会/部材認定部会/積層ゴムアイソレータ部会	〃	4名
7.18	技術委員会/応答制御部会/制振部材品質基準小委員会	〃	12名
7.18	技術委員会/応答制御部会/制振部材品質基準小委員会/設計WG	〃	7名
7.24	企画委員会	〃	11名
7.24	資格制度委員会/試験部会	〃	7名
7.25	普及委員会/出版部会/「MENSHIN」33号編集WG	〃	4名
7.25	普及委員会/出版部会	〃	13名
7.26	建築計画委員会	〃	5名
7.27	技術委員会/応答制御部会/パッシブ制振評価小委員会/制振部材解析WG	〃	5名
7.27	技術委員会/応答制御部会/パッシブ制振評価小委員会	〃	8名
7.27	基準等作成委員会/設計基準部会	〃	7名
7.30	技術委員会/応答制御部会	〃	6名
7.30	技術委員会/設計部会/入力地震動WG	〃	7名
7.31	技術委員会/応答制御部会/制振部材品質基準小委員会/WGc	〃	8名
7.31	資格制度委員会/審査部会	〃	7名
8.2	技術委員会/応答制御部会/制振部材品質基準小委員会/WGa	〃	6名
8.3	技術委員会/免震部材部会/実験WG	〃	12名
8.3	普及委員会/出版部会/メディアWG	〃	5名
8.7	技術委員会/設計部会/設計支援ソフトWG	本館小会議室	8名
8.7	資格制度委員会/幹事会	事務局	7名
8.7	企画委員会/運営幹事会	〃	5名
8.8	普及委員会/教育普及部会	〃	11名
8.9	技術委員会/応答制御部会/制振部材品質基準小委員会/WGb	〃	6名
8.21	国際委員会	〃	5名
8.21	資格制度委員会/審査部会	〃	6名

日付	委員会名	場所	人数
8.23	資格制度委員会/試験部会	本館小会議室	8名
8.24	技術委員会/応答制御部会/パッシブ制振評価小委員会/制振部材解析WG	本館大会議室	5名
8.24	技術委員会/応答制御部会/制振部材品質基準小委員会	〃	10名
8.24	技術委員会/応答制御部会/制振部材品質基準小委員会/設計WG	〃	6名
8.24	第8回免震フォーラム講師ミーティング	事務局	8名
8.24	免震部材関連特別委員会第1回	〃	13名
8.28	運営委員会	〃	16名
8.29	技術委員会/設計部会/入力地震動WG	〃	7名
8.29	技術委員会/応答制御部会/制振部材品質基準小委員会/WGb	〃	6名
8.30	建築計画委員会	〃	5名
8.31	第8回免震フォーラム	工学院大学	181名
9.3	資格制度委員会	事務局	19名
9.4	普及委員会/出版部会/メディアWG	〃	4名
9.6	基準等作成委員会/設計基準部会	〃	5名
9.7	技術委員会/施行部会	〃	8名
9.12	普及委員会/教育普及部会	〃	10名
9.13	技術委員会/応答制御部会/パッシブ制振評価小委員会/制振部材解析WG	〃	5名
9.13	技術委員会/応答制御部会/制振部材品質基準小委員会/WGb	〃	7名
9.13	維持管理委員会	〃	13名
9.14	技術委員会/応答制御部会/制振部材品質基準小委員会/WGc	〃	7名
9.17	技術委員会/応答制御部会/制振部材品質基準小委員会/WGa	〃	4名
9.18	企画委員会	〃	12名
9.19	普及委員会/出版部会	〃	12名
9.19	基準等作成委員会/部材認定部会/積層ゴムアイソレータ部会	〃	5名
9.19	基準等作成委員会/部材認定部会/すべり転がり支承部会	〃	3名
9.20	技術委員会/応答制御部会/制振部材品質基準小委員会/WGa	〃	3名
9.21	資格制度委員会/試験部会	〃	9名
9.25	技術委員会/設計部会/設計支援ソフトWG	〃	9名
9.26	普及委員会/戸建住宅部会/免震住宅推進WG	〃	11名
9.27	建築計画委員会	〃	4名
9.27	技術委員会/設計部会/入力地震動WG	〃	5名
9.28	企画委員会/企画認定WG	本館小会議室	5名
9.28	技術委員会/応答制御部会/制振部材品質基準小委員会	事務局	9名
9.28	技術委員会/応答制御部会/制振部材品質基準小委員会/設計WG	〃	8名
9.30	平成13年度施工管理技術者講習試験	砂防会館	355名

会員動向

入 会

会員種別	氏 名	所属・役職	
第2種正会員	西村 功	武蔵工業大学	工学部建築学科 助教授

会員種別	社 名	代表者	所属・役職
賛助会員	株式会社構造工学研究所	渡辺 徳雄	代表取締役
	株式会社免震システムサービス	富島 誠司	代表取締役

第1種正会員より賛助会員へ移行

会員種別	社 名	代表者	所属・役職
賛助会員	伊藤組土建株式会社	伊藤 義郎	取締役社長

退 会

第1種正会員	株式会社ユニチカ
第2種正会員	花井 正実
賛助会員	石川島播磨重工業(株)
”	株式会社K・R 建築研究所
”	株式会社東京ネジ製作所

会員数 (2001年10月31日現在)	名誉会員	1名
	第1種正会員	130社
	第2種正会員	80名
	賛助会員	52社
	特別会員	7団体

入会のご案内

入会ご希望の方は、次項の申し込み書に所定事項をご記入の上、下記宛にご連絡下さい。

	入会金	年会費
第1種正会員	300,000円	(1口) 300,000円
第2種正会員	5,000円	5,000円
賛助会員	100,000円	100,000円
特別会員	別 途	—

会員種別は下記の通りとなります。

- (1) 第1種正会員
免震構造に関する事業を行うもので、本協会の目的に賛同して入会した法人
- (2) 第2種正会員
免震構造に関する学術経験を有するもので、本協会の目的に賛同して入会した者
- (3) 賛助会員
免震構造に関する事業を行う者で、本協会の事業を賛助するために入会した法人
- (4) 特別会員
本協会の事業に関係のある団体で入会したもの

ご不明な点は、事務局までお問い合わせ下さい。

社団法人日本免震構造協会事務局

〒150-0001 東京都渋谷区神宮前2-3-18 JIA館 2階
 TEL：03-5775-5432
 FAX：03-5775-5434
 E-mail：jssi@jssi.or.jp

社団法人日本免震構造協会 入会申込書〔記入要領〕

第1種正会員・賛助会員・特別会員への入会は、次頁の申込み用紙に記入後、郵便にてお送り下さい。入会の承認は、理事会の承認を得て入会通知書をお送りします。その際に、請求書・資料（協会出版物等）を同封します。

記載事項についてお分かりにならない点などがありましたら、事務局にお尋ねください。

1. 法人名（口数）…口数記入は、第1種正会員のみです。
2. 代表者とは、下記の①または②のいずれかになります
申込み用紙の□代表権者 □指定代理人欄の□に✓を入れて下さい。

①代表権者 …法人（会社）の代表権を有する人
例えば、代表権者としての代表取締役・代表取締役社長等

②指定代理人…代表権者から、指定を受けた者
こちらの場合は、別紙の指定代理人通知（代表者登録）に記入後、申込書と併せて送付して下さい。
3. 担当者は、当協会からの全ての情報・資料着信の窓口になります。
例えば……総会の案内・フォーラム・講習会・見学会の案内・会誌「MENS H I N」・会費請求書などの受け取り窓口
4. 建築関係加入団体名
3団体までご記入下さい。
5. 業種：該当箇所に○をつけて下さい。{ } 欄にあてはまる場合も○をつけて下さい
その他は（ ）内に具体的にお書き下さい。
6. 入会事由…例えば、免震関連の事業展開・〇〇氏の紹介など。

※会員名簿に記載されますのは、法人名（会社名）・業種・代表者・担当者の所属・役職・勤務先住所・電話番号・FAX番号です。

社団法人日本免震構造協会事務局

〒150-0001 東京都渋谷区神宮前2-3-18 JIA館2階

TEL：03-5775-5432

FAX：03-5775-5434

E-mail：jssi@jssi.or.jp

社団法人日本免震構造協会 入会申込書

申込書は、郵便にてお送り下さい。

*本協会にて記入します。

申込日(西暦)	年 月 日	*入会承認日	月 日
*会員コード			
会員種別 ○をお付けください	第1種正会員	賛助会員	特別会員
ふりがな 法人名(口数)	() (口)		
代表者 <input type="checkbox"/> 代表権者 <input type="checkbox"/> 指定代理人	ふりがな 氏名		
	所属・役職		
	住所 (勤務先)	〒	
		☎ - - FAX - -	E-mail
担当者	ふりがな 氏名		
	所属・役職		
	住所 (勤務先)	〒	
		☎ - - FAX - -	E-mail
業種 ○をお付けください	A：建設業 a.総合 b.建築 c.土木 d.設備 e.住宅 f.プレハブ B：設計事務所 a.総合 b.専業 {1.意匠 2.構造 3.設備} C：メーカー a.免震材料 {1.アイソレータ 2.ダンパー 3.配管継手 4.EXP.J 5.周辺部材} b.建築材料 () c.その他 () D：コンサルタント a.建築 b.土木 c.エンジニアリング d.その他 () E：その他 a.不動産 b.商社 c.事業団 d.その他 ()		
資本金・従業員数	万円	・	人
設立年月日(西暦)	年	月	日
建築関係加入団体名			
入会事由			

※貴社、会社案内を1部添付してください

社団法人日本免震構造協会「免震普及会」に関する規約

平成11年2月23日
規約第1号

第1 (目的)

社団法人日本免震構造協会免震普及会(以下「本会」という。)は、社団法人日本免震構造協会(以下「本協会」という。)の事業目的とする免震構造の調査研究、技術開発等について本協会の会報及び活動状況の情報提供・交流を図る機関誌としての会誌「MENSIN」及び関連事業によって、免震構造に関する業務の伸展に寄与し、本協会とともに免震建築の普及推進に資することを目的とする。

第2 (名称)

本会を「(社)日本免震構造協会免震普及会」といい、本会員を「(社)日本免震構造協会免震普及会会員」という。

第3 (入会手続き)

本会員になろうとする者(個人又は法人)は、所定の入会申込書により申込手続きをするものとする。

第4 (会費)

会費は、年額1万円とする。会費は、毎年度前に全額前納するものとする。

第5 (入会金)

会員となる者は、予め、入会金として1万円納付するものとする。

第6 (納入金不返還)

納入した会費及び入会金は、返却しないものとする。

第7 (登録)

入会手続きの完了した者は、本会員として名簿に登録し、本会員資格を取得する。

第8 (資格喪失)

本会の目的違背行為、詐称等及び納入金不履行の場合は、本会会員の資格喪失するものとする。

第9 (会誌配付)

会誌は、1部発行毎に配付する。

第10 (会員の特典)

本会員は、本協会の会員に準じて、次のような特典等を楽しむことができる。

- ① 刊行物の特典頒付
- ② 講習会等の特典参加
- ③ 見学会等の特典参加
- ④ その他

第11 (企画実施)

本会の目的達成のため及び本会員の向上の措置として、セミナー等の企画実施を図るものとする。

附則

日本免震構造協会会誌会員は、設立許可日より、この規約に依る「社団法人日本免震構造協会免震普及会」の会員となる。

社団法人日本免震構造協会「免震普及会」入会申込書

申込書は、郵便にてお送り下さい。

申 込 日 (西暦)	年 月 日	*入会承認日	月 日
*コード			
ふりがな 氏 名			印
住 所 (会誌送付先)	〒 -		
	上記住所 ○をお付けください	勤務先	自宅
	TEL ()	-	
	FAX ()	-	
勤務先・所属			
業種 ○をお付けください	A：建設業 B：設計事務所 C：メーカー () D：コンサルタント E：学校 F：その他 ()		

*本協会にて記入します。

◇記入要領◇

- 業種 (C：メーカー) 欄には、分野を記入して下さい。
例えば……機械・電気・免震部材・構造ソフトなど。
- 住所は、会誌送付先の住所を記入して下さい。

社団法人日本免震構造協会事務局

〒150-0001 東京都渋谷区神宮前2-3-18 JIA館 2階
TEL：03-5775-5432
FAX：03-5775-5434
E-mail：jssi@jssi.or.jp

会員登録内容に変更がありましたら、下記の用紙にご記入の上FAXにてご返送ください。

送信先 社団法人日本免震構造協会事務局 宛

FAX 03-5775-5434

会員登録内容変更届

送付日(西暦) 年 月 日

●登録内容項目に○をおつけください

1. 担当者 2. 勤務先 3. 所属 4. 勤務先住所
5. 電話番号 6. FAX番号 7. E-mail 8. その他 ()

会員種別 : 第1種正会員 第2種正会員 賛助会員 特別会員

発信者 : _____

勤務先 : _____

T E L : _____

●変更する内容

会社名 _____

(ふりがな)
担当者 _____

勤務先住所 〒 _____

所 属 _____

T E L () _____

F A X () _____

E-m a i l _____

※代表者が本会の役員の場合は、届け出が別になりますので事務局までご連絡下さい。

第1回「改正基準法免震関係規定の技術的背景」講習会のご案内 —免震構造の設計例と解説—

社団法人 日本免震構造協会
普及委員会教育普及部会
基準等作成委員会

「改正建築基準法の免震関係規定の技術的背景」を教材に使用した構造技術者向けの専科講習会です。免震建築物の設計例を中心に、特に限界耐力計算と時刻歴応答解析との対比を行いながら、技術的背景を解説します。その後、講師との質疑応答（意見含む）を予定していますので、会員各位の参加を希望します。また、事前に質問及びご意見を受付けております。質問（ご意見）内容にご連絡先をお書きの上、当協会まで事前にFAX（03-5775-5434）にてお送り下さい。

記

参加定員：100名（定員になり次第締め切らせていただきます）

参加費用：会員12,000円 非会員15,000円 【資料代含む】

資 料：「免震関係規定の技術的背景」、「免震部材標準品リスト」

開 催 日：11月29日（木）

場 所：お茶の水スクエア A館 ルーム6

東京都千代田区神田駿河台1-6 tel：03-3294-3131

主 催：（社）日本免震構造協会、（社）建築研究振興協会

後 援：独立行政法人建築研究所（予定）、（社）日本建築構造技術者協会

申込方法：FAXでのみ受付をします。当協会事務局までご連絡下さるか、当協会ホームページ講習会のお知らせまでアクセスしてください。

【プログラム】

10:00	趣旨説明	(JSSI 可児 長英)
10:15	免震建築物の規定の技術的背景	(建築研究所 飯場 正紀)
11:45	昼休み	
12:45	免震建築物の構造設計例	(JSSI 公塚 正行)
14:15	休憩	
14:20	免震建築物の構造計算規定の技術的背景	(JSSI 小鹿 紀英)
15:50	休憩	
16:00	質疑応答	
16:30	終了	

以 上

パッシブ制振構造シンポジウム2001

2001年 12月14日(金)、15日(土)

概要：平成12年に続き、我が国・外国におけるパッシブ制振構造の健全な普及のため、第2回シンポジウムを2日にわたり開催します。

主なテーマは次の7点です。

- 粘性、粘弾性、オイル、鋼材などを用いたダンパーに関わる研究会による制振部材の性能評価、品質管理手法。
- 構造技術者・施工技術者・メーカー技術者の共同作業による自主基準。
- 制振構造の時刻歴解析における各ダンパーのモデル化法、解析プログラム用サブルーチン。
- RC・木構造に対する制振の適用。
- 制振構造の普及に関する行政側の考え。
- 制振構造を用いた性能設計の考え。
- 制振設計・解析法の新しい動き。

主催： 東京工業大学 建築物理研究センター (Home Page: <http://www.serc.titech.ac.jp/>)

後援予定： 日本建築学会、日本建築構造技術者協会、日本免震構造協会、建築技術支援協会

日時・会場： 平成13年12月14日(金)、15日(土)
東京工業大学長津田(すずかけ台)キャンパス 大学院4号館(G4棟)

講演者・参加者： 日本・米国研究者、構造技術者、材料・ダンパーメーカー

参加費： 講演会・シンポジウム論文集 10,000円(14日夜の懇親会は別途 2,500円)

お振込口座： 長津田郵便局
00220-8-40067
口座名：東工大制振シンポ

申込締切： 平成13年12月1日(土)(先着順 定員320名)

連絡先： 〒226-8503 横浜市緑区長津田町4259
東京工業大学 建築物理研究センター
笠井研究室 川口道子宛
Tel: (045) 924-5512, Fax: (045) 924-5525,
E-Mail: kawaguch@enveng.titech.ac.jp

主要会議・行事予定（2001年10月～2002年1月）

●は、講習会・見学会・フォーラム・会誌発行など

10月

10月9日 運営委員会
 10月19日 中間決算監事監査
 10月23日 理事会 於：建築家会館

11月

11月16日 臨時（通信）理事会
 11月26日 「2001会員名簿」発行
 11月26日 ● 会誌「MENSIN No.34」発行
 11月27日 平成12年度免震部建築施工管理技術者登録申請締め切り
 11月29日 ● 「改正基準法免震関係規定の技術的背景」講習会
 11月下旬 平成13年度免震部建築施工管理技術者合格発表予定

12月

12月14日 ● パッシブ制振構造シンポジウム2001 於：東工大長津田キャンパス
 12月15日 ●
 12月17日 臨時（通信）理事会
 12月28日 業務終了

1月

1月7日 業務開始
 1月16日 臨時（通信）理事会
 1月中旬 平成13年度免震部建築施工管理技術者へ登録証発送

免震告示対応構造計算システム

O S S Ver. 01-7

Oiles Menshin Sekkei System

免震告示の免震設計がお手もとのパソコンで！
インターネットから直接ご利用いただけます！！

無料で

対話形式により
操作は簡単！

No.	方向	スリ筋 (mm)	No.	方向	スリ筋 (mm)	入力
1	X-Y	10	1	X-Y	10	100
2	X-Y	10	2	X-Y	10	100
3	X-Y	10	3	X-Y	10	100
4	X-Y	10	4	X-Y	10	100

免震告示に対応！
免震部分の計算書
を作成します。

日頃より、オイレス工業の免震装置をご愛顧いただいております皆様に、より一層免震構造を採用していただき易くするため、「免震告示対応構造計算システム」をインターネットでご利用いただけるようにいたしました。

本格運用を開始してから多くの皆様にご利用頂き、好評を得ております。まずはご利用頂き、ご意見・ご感想・不明な点などがございましたら、下記システム管理者宛てにご連絡下さい。

インターネットアドレス：<http://www.menshin.net/oilesuser/index.htm> (直接アクセスする場合)

ホームページアドレス：<http://www.oiles.co.jp/2>

システム管理者メールアドレス：dic.g2@oiles.co.jp

免震から制振(震)まで。ブリヂストンは提案します。

建物全体の免震に……

マルチラバーベアリング

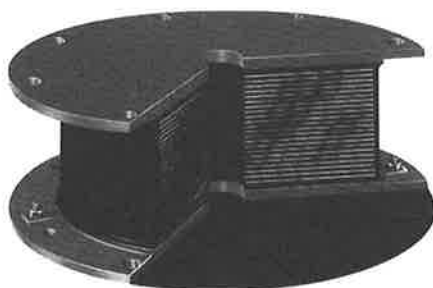
マルチラバーベアリングは、ゴムと鋼板でできたシンプルな構造。上下方向に硬く、水平方向に柔らかい性能を持ち、地震時の揺れをソフトに吸収し、大切な人命を守るとともにコンピューター等の重要な機器も守ります。

特 徴

- 建物を安全に支える構造部材として十分な長期耐久性
- 大重量にも耐える荷重支持機能
- 大地震の大きな揺れにも安心な大変位吸収能力

《豊富なバリエーション》

高減衰積層ゴム、天然ゴム系積層ゴム、鉛プラグ入り積層ゴム、弾性すべり支承を取り揃えております。お客様のニーズにあった最高のシステムがご選びいただけます。



あらゆる建物の制振(震)に……

EXTダンパー

(エクストルージョン)

制振構法は従来、高層ビルの居住性改善に主として用いられてきました。しかし、1995年の阪神大震災は制振構法に新たな方向性——既存建物の耐震改修、新築建物の耐震性向上——を付加しました。ブリヂストンEXTダンパーは特殊配合のゴムを振動エネルギー吸収材として用いることで建物の振動を効率的に抑えることができます。

特 徴

- 幅 広 い 効 果：風～大地震まで有効です。
- 低 い 温 度 依 存 性：有機材料の弱点を克服しました。
- コ ン パ ク ト で 大 容 量：少ない遊間を有効利用できます。
- メンテナ ンス フ リー：ランニングコストの負担がありません。



お問合せは……

株式会社ブリヂストン

建築用品販売部 建築免震販売課

東京都中央区日本橋3-5-15 同和ビル 〒103-0027
TEL.03-5202-6865 FAX.03-5202-6848

昭和電線の高面圧、低弾性アイソレータは 4秒免震を実現します!

①

**载荷性能を追求
した理想の形状**

- 形状係数S1=31
- 形状係数S2=5



- ◆最高の载荷性能
- ◆長期許容面圧150kg/cm²以上

②

端面は鋼板露出型

- 鋼板露出型でゴムはR状



- ◆中心穴径は外径の1/20
- ◆大変形、大荷重でも剛性変動が少ない
- ◆均一なゴム層厚さ
- ◆均質なゴムアイソレータ

③

**特性重視のゴム
配合**

- 可塑性を加えない
- 天然ゴムリッチ(75%)な配合



- ◆高い線形性
- ◆優れたクリープ、耐久性
- ◆大きな変形能力(300%以上)
- ◆低弾性ゴムG3.0まで可能

④

**実大製品による
豊富なデータ蓄積**

- 試験は全て実大製品で実施
- 初期特性から耐久性までのデータが充実



- ◆データの信頼性

⑤

設計の自由度

- 履歴のモデル化が明快
- 水平剛性の各種依存性がない
- 剛性、減衰が任意で最適な免震設計が可能



- ◆設計の自由度

⑥

**品質、維持管理が
し易い**

- 鋼板露出型のため内部鋼板の確認が可能

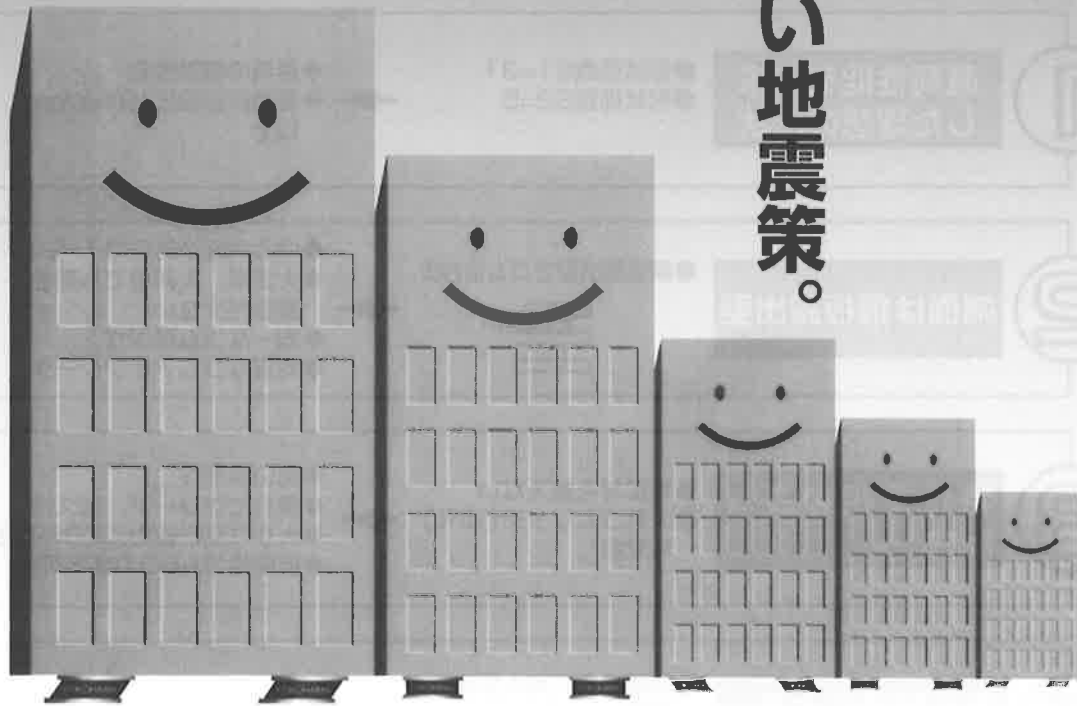


- ◆メンテナンスが容易

SWCC 昭和電線電纜株式会社

デバイス・コンポーネンツ事業部 営業部第2課 (免震・制振・防振営業)
〒105-8444 東京都港区虎ノ門1-1-18 (東京虎ノ門ビル) TEL03-3597-6967 FAX03-3597-7194
支店/関西 中部 東北 九州 北海道 中国 営業所/北陸 四国 沖縄

揺るぎない地震策。



YOKOHAMA SEISMIC ISOLATOR FOR BUILDINGS

BUIL-DAMPER

ビル用免震積層ゴム ビルダンパー

わが国最悪の都市型災害をもたらした「阪神大震災」。阪神・神戸地区の建築物および建造物を直撃し、ビルの倒壊、鉄道・高速道路の崩落、橋梁・港湾施設の損壊など、未曾有の大被害を与えました。ところが、そんな中でほとんど被害を受けなかった建物がありました。それが、免震ゴムを採用したビルだったのです。

ビル免震とは、地震の水平動が建物に直接作用しないよう、建物にクッション（免震ゴム）を設けたものです。従来の耐震ビルが「剛性」を高めて地震に耐えるのに対し、地震エネルギーを吸収することによって、建物に伝わる地震力を減少させます。激しい地震でも、建物および内部の設備・仕物の損傷を防ぐことができるため、阪神大震災を機に需要は急増し、震災前10年間の採用件数が震災後の2年間で3倍以上に拡大しているほどです。

横浜ゴムは、独自のゴム・高分子技術をベースに、早くから免震ゴムの開発に取り組んできました。高い機能性と

信頼性を誇る橋梁用ゴム支承では、業界トップレベルの評価を得ており、阪神大震災の高速道路復旧をはじめ、日本最長の免震橋である大仁高架橋や首都高速道路など数多くの納入実績をあげています。

ビル免震では、新開発のビル用免震積層ゴム「ビルダンパー」が大きな注目を集めています。特殊な配合で、ゴム自体に減衰性を持たせた新しいゴム素材を開発、採用。これにより、従来の免震積層ゴムに比べ、約30%アップもの減衰性能を実現しています。水平方向の動きが少なく、短時間で横揺れを鎮めることができ、阪神大震災を超える大地震（せん断歪200%以上）でも十分な減衰性能を発揮できます。また、減衰装置が不要なために設計・施工が容易など、コスト面でも大きなメリットを持っています。より確かな地震対策をするために、より大きな安全を確保するために。横浜ゴムがお届けする、揺るぎない自信作です。

横浜ゴム株式会社

工業資材販売部 販売3G：〒105-6685 東京都港区新橋5-36-11
工業資材技術部 技術2G：〒254-8601 神奈川県平塚市道分2-1

TEL 03-5400-4812 (ダイヤルイン) FAX 03-5400-4830
TEL 0463-35-9686 (ダイヤルイン) FAX 0463-35-9711

TOZEN

免震・層間・変位吸収継手

S Q 2
S E Q U L E X 2

NEW

免震・層間・変位吸収継手のパイオニア



システムバリエーションのご紹介

Fシステム

高性能ゴム材により、大变位性、施工性などに優れた性能を発揮する横引き配管・斜め配管取付け免震継手。
(ゴム製) 排水、雨水、ドレイン、ポンプアップ排水用

Cシステム

大地震が続けてきても性能を維持。豊富な実績と確かな信頼性のコントローラ、ステージ型、免震継手。
(ゴム製・メタル製・テフロン®製)

Jシステム

諸条件に合わせて繊維と検証による構成により免震性能を発揮する免震継手。
煙道、排煙、空調用ダクト

Hシステム

サスペンションと継手を組み合わせて高い免震性能を発揮。スプリング内蔵型免震継手。
(ゴム製・メタル製・テフロン®製)

Vシステム

縦型で低コスト化を実現。縦配管・垂直取付け免震継手。
(ゴム製) 給水、排水、雨水、冷温水、冷却水用

住宅免震用継手

近日発売予定



ISO9001 認証取得
対象範囲は「ゴム製継手及び防振機材の設計・開発及び製造」となっています。

トーゼン産業株式会社

Eメールアドレス : suishin@tozen.co.jp URL : <http://www.tozen.co.jp/>
★HPからはDXFデーター及び図面 (PDF) も取れます。

東京営業所 TEL.(03)3801-2091(代)
福岡営業所 TEL.(092)511-2091(代)
金沢出張所 TEL.(076)224-5382(代)

大阪営業所 TEL.(06)6578-0310(代)
札幌出張所 TEL.(011)614-5552(代)
広島出張所 TEL.(082)507-5244(代)

仙台営業所 TEL.(022)288-2701(代)
名古屋営業所 TEL.(052)243-2092(代)
横浜出張所 TEL.(045)949-4889(代)

三菱マテリアルの 免震構造用鉛ダンパー

特長

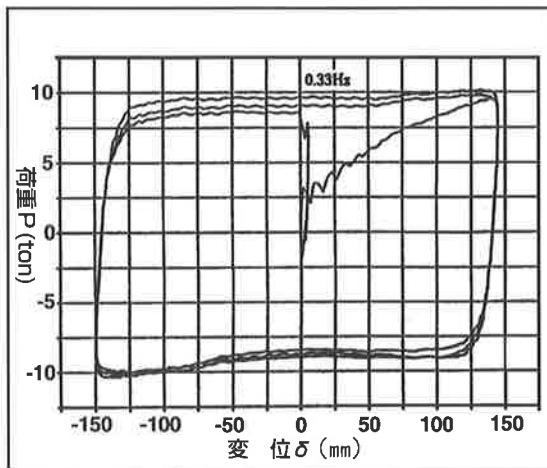
- ◆小振動をしっかり押さえる
- ◆大振動は変形してエネルギーを吸収
- ◆地震に対する不安感を解消
- ◆建築物の被害を最小限に押さえる
- ◆初期剛性が大きく、降伏変位が小さい
- ◆固定フランジ部は防錆処理（亜鉛メッキ処理）されており、鉛はその優れた耐食性から、耐久性に優れている
- ◆維持管理が容易で、取り替えも簡単に行う事ができる

モデル化の例

降伏耐力	初期剛性	降伏変位	二次剛性
90KN	12,000KN/m	0.8cm	Ot/cm

注) 本データは下図履歴曲線の一例により求めたものですが、実設計にあたっては種々条件を考慮する必要があります。

φ180鉛ダンパー
加振によるP-δ曲線



開発経緯 他

三菱マテリアルでは、非鉄金属精錬メーカーとして高純度の鉛を製造しています。この高純度の鉛の利用目的として、三菱マテリアルは免震建物に用いられる減衰構造としての鉛ダンパーを、福岡大学と共同開発しました。

この鉛ダンパーは純度 99.99% の鉛を使用したものであり、鉛の剛塑性的な特性により、はじめはほとんど変形せず、耐力の限界点に達すると極めて柔らかく変形し、非常に大きなエネルギー吸収能力を持っているため、大変すぐれた免震部材といえます。

納入実績

納入実績は、昭和63年に販売開始以来、鉛ダンパーは2,900体以上の実績があり、共同住宅はもちろん、電算センター・病院・ホテル・学校・福祉施設・レトロフィットなどで幅広く採用されています。



三菱マテリアル株式会社

〒100-8222

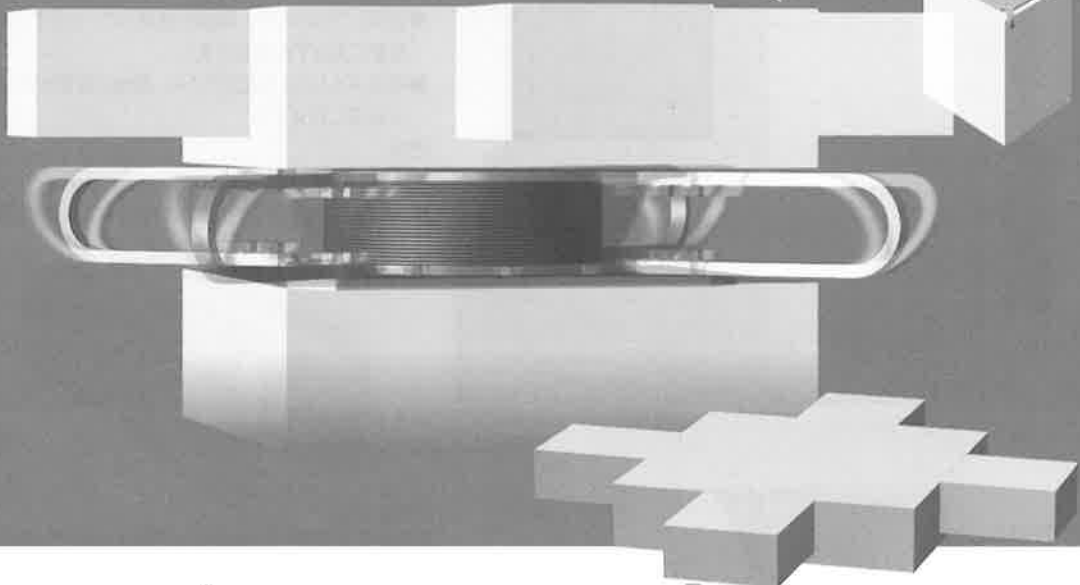
東京都千代田区丸の内1-5-1 新丸ビル5階

認定番号：建設省東住指発第794号

金属製錬カンパニー製錬部新材料室

TEL.03-5252-5335 FAX.03-5252-5369

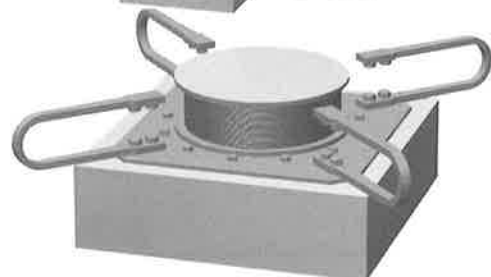
新日鐵の 免震U型ダンパー



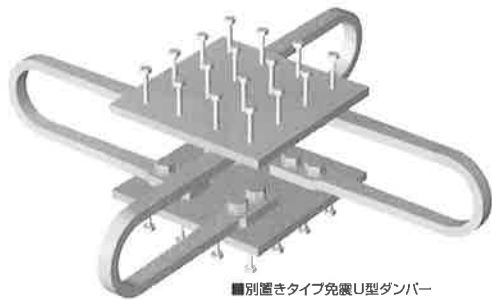
「積層ゴム一体型」と「別置型」、
さまざまな設計・施工ニーズに応える
2タイプの免震U型ダンパー。

免震U型ダンパーの特徴

- 1 高品質** 地震時に安定した復元力特性で地震エネルギーを吸収し揺れを低減します。また、繰り返しに対する疲労特性にも優れています。
- 2 高い設計自由度** 免震U型ダンパーのサイズ、本数や配置、組み合わせを自由に選べることで、建物形状に合わせた最適な設計が可能です。
- 3 無方向性** 免震U型ダンパーの360度すべての方向に対し、ほぼ同等の履歴特性を示します。
- 4 低コスト** 従来の免震鋼棒ダンパーに比べ、降伏せん断力当たりの価格が安く、経済的です。
- 5 点検が容易** 積層ゴム一体型免震U型ダンパーの場合、ダンパーと積層ゴムが分離しているため、地震後の損傷程度を目視にて確認でき、点検が容易です。また、万が一の地震後におけるダンパー部分の取り替えも簡単です。



■積層ゴム一体型免震U型ダンパー



■別置きタイプ免震U型ダンパー

免震U型ダンパー別置タイプの能力(参考値)

- * 1: 破断までの繰り返し回数が20回程度となる変形
- * 2: 破断までの繰り返し回数が5回程度となる変形

型式	ダンパー本数	降伏せん断力	初期剛性	2次剛性	弾性限度範囲	*1	限界能力
	(本)	Qy (kN)	K1 (kN/m)	K2 (kN/m)	δ_y (mm)		
NSUD45×6	6	276	11,400	192	24.2	450	650
NSUD45×8	8	368	15,200	256	24.2	450	650
NSUD50×4	4	232	8,320	144	27.9	500	750
NSUD50×6	6	348	12,500	216	27.9	500	750
NSUD55×4	4	304	9,600	160	31.7	550	850
NSUD55×6	6	456	14,400	240	31.7	550	850

新日本製鐵株式会社

エンジニアリング事業本部 建築事業部 建築鉄構部
〒100-8071 東京都千代田区大手町 Tel.03-3275-6990 フリーダイヤル☎0120-22-7938

資料請求番号★★★★

免震建築物の積層ゴム用耐火被覆材

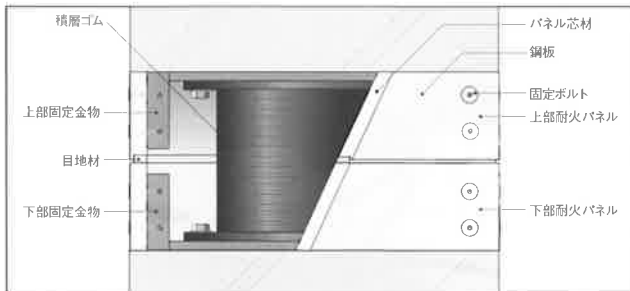
メンシンガード S



- 中間層免震の場合、積層ゴムにメンシンガードSを施す事により免震層を駐車場や倉庫として有効利用ができます。
- ボルト固定による取付けの為、レトロフィット工法における積層ゴムの耐火被覆材として最適です。
- 従来の耐火材に比べ美しくスマートに仕上がります。
- 表面にガルバリウム鋼板を使用しているため、物が当たった時の衝撃に対しても安全です。
- 専用ボルトによる固定のため、簡単に脱着ができ積層ゴムの点検が容易に行えます。

性能

- 耐火試験を行い、耐火3時間性能を確認しています。
- 変位追従性能試験を行い、地震時の変位に追従する事を確認しています。



※材質 耐火芯材：セラミックファイバー硬質板 表裏面鋼板：ガルバリウム鋼板

標準寸法

積層ゴム径	変位 (mm)	標準寸法 (仕上がり外寸)
600φ	±400	1,120×1,120
650~800φ		1,320×1,320
850~1000φ		1,520×1,520
1100~1200φ		1,720×1,720
1300φ		1,920×1,920

※これ以外の積層ゴム径、変位量についてはご相談ください。

免震建築物の防火区画目地

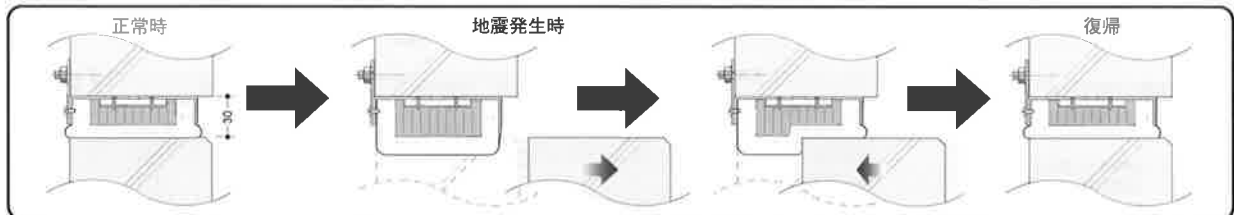
メンシンメジ



- 耐火2時間性能試験を行い、加熱120分後の裏面温度が260℃以下であることを確認しています。
- 400mm変位試験を行い、変位前後で異常が無い事を確認しています。

種類	厚さ	幅	長さ
一般品	45	100	1,040
コーナー品			320

変位追従モデル



◎メンシンガード S、メンシンメジをご使用に際し、場合によって(財)日本建築センターの38条認定を受ける必要があります。ご相談ください。

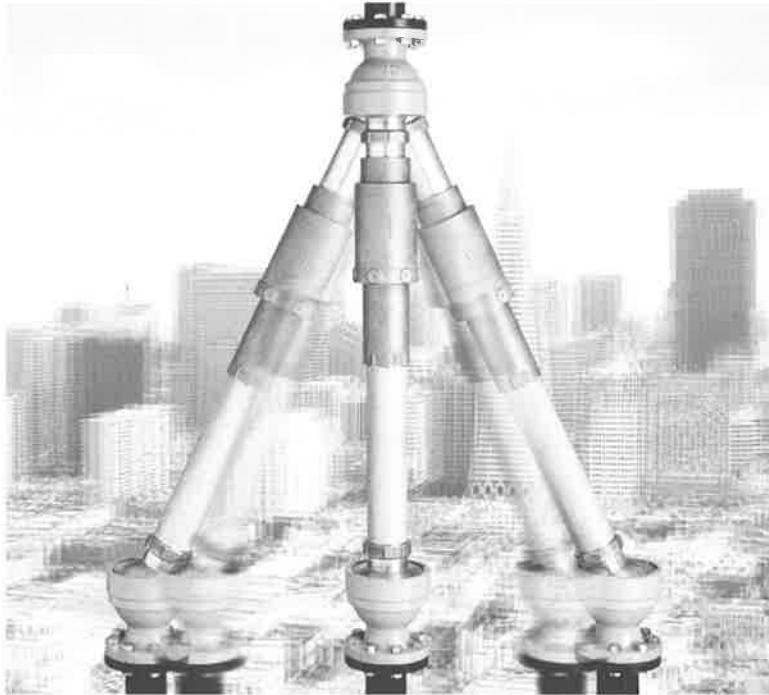


本 社 / 〒105-8555 東京都港区芝大門1-1-26

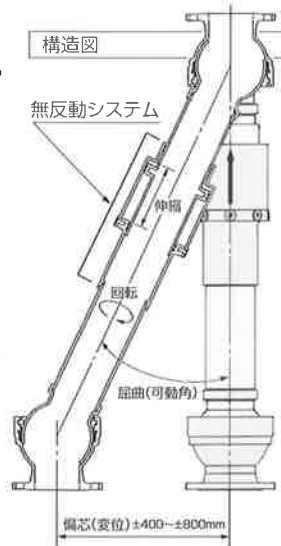
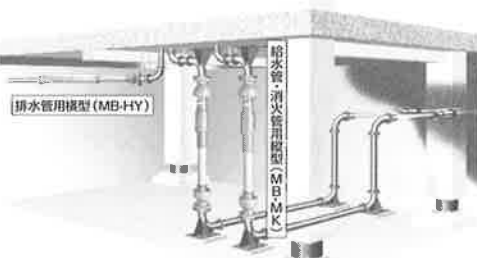
建材事業本部 ☎03-3433-7256 名古屋営業部 ☎052-611-9217
 設計開発部 ☎03-3433-7207 大阪営業部 ☎06-252-1301
 東京営業部 ☎03-3438-9741 九州営業部 ☎092-521-5648

シンプルな配管レイアウトで 余裕のある免震性能を発揮!!

免震継手「メンシンベンダー」は両端のボール部で自由に可動屈曲し、
中間部の二重管で伸縮することで、三次元変位(X・Y・Z・回転軸)にスムーズに追従します。



- 三次元変位に対応、省スペースタイプ。
- 摺動型なので作動抵抗がほとんどない。
- 内圧による推力、作動時の圧力変動がない無反動型もラインアップ。
- 金属製で強度、耐久性に優れ、メンテナンスフリー。



設備配管用 無反動型免震ジョイント ボール形可とう伸縮継手 呼び径25~200mm

メンシンベンダー

●お問い合わせは本社・営業本部まで…



本社 〒529-1663 滋賀県蒲生郡日野町北詰206-7 TEL(0748)53-8080
 東京支店 TEL(03)3379-9780 札幌営業所 TEL(011)642-4082
 名古屋支店 TEL(052)712-5222 東北営業所 TEL(022)218-0320
 大阪支店 TEL(0726)77-3355 広島営業所 TEL(082)262-6641
 九州支店 TEL(092)501-3631 四国営業所 TEL(087)863-5650

■種類・サイズ・用途 (単位:mm)

●給水・消火管用縦型【無反動型】(MB-MK)

呼び径	変位吸収量 ±400・±500・±600			伸縮量	可動角(θ)	用途
	面間(±400)	面間(±500)	面間(±600)			
25	960	1180	1400	150 (+120 -30)	±25°	●給水 ●消火水 ●冷温水 ●温水 ●冷水 ●冷却水 など
32	980	1200	1420			
40	1000	1220	1440			
50	1020	1240	1460			
65	1060	1280	1500			
80	1130	1350	1570			
100	1160	1380	1600			
125	1160	1380	1600			
150	—	1380	1600			
200	—	1430	1650			

●排水管用縦型(MB-HT)

呼び径	変位吸収量 ±400・±500・±600			伸縮量	可動角(θ)	用途
	面間(±400)	面間(±500)	面間(±600)			
80	1130	1350	1570	150 (+120 -30)	±25°	●排水 ●汚水 など
100	1160	1380	1600			
125	1160	1380	1600			
150	1170	1380	1600			
200	1260	1400	1620			

●排水管用横型(MB-HY)

呼び径	変位吸収量・伸縮量 ±400・±500・±600			可動角(θ)	用途
	面間(±400)	面間(±500)	面間(±600)		
80	1920	2220	2520	±25°	●排水 ●汚水 など
100	1990	2290	2590		
125	2000	2300	2600		
150	2070	2370	2670		
200	2170	2470	2770		

■施工例



MB-MK (給水用)



MB-MK (消火用)



MB-HY (排水用)

※変位吸収量や呼び径が大きい場合はお問い合わせ下さい。

[Home page] <http://www.suiken.co.jp/>

会誌「MENSHIN」 広告掲載のご案内

会誌「MENSHIN」に、広告を掲載しています。貴社の優れた広告をご掲載下さい。

●広告料金とサイズなど

- 1) 広告の体裁 A4判(全ページ) 1色刷
掲載ページ 毎号合計10ページ程度
- 2) 発行日 年4回 2月・5月・8月・11月の25日
- 3) 発行部数 1500部
- 4) 配布先 社団法人日本免震構造協会会員、官公庁、建築関係団体など
- 5) 掲載料(1回)

スペース	料 金	原稿サイズ
1ページ	¥80,000(税別)	天地 260mm 左右 175mm

*原稿・フィルム代は、別途掲載者負担となります。*通年掲載の場合は、20%引きとなります。正会員以外は年間契約は出来ません。

- 6) 原稿形態 広告原稿・フィルムは、内容(文字・写真・イラスト等)をレイアウトしたものを、郵送して下さい。
広告原稿・フィルムは、掲載者側で制作していただくこととなりますが、会誌印刷会社(株)サンデー印刷社)に有料で委託することも可能です。
- 7) 原稿内容 本会誌は、技術系の読者が多く広告内容としてはできるだけ設計等で活用できるような資料が入っていることが望ましいと考えます。
出版委員会で検討し、不適切なものがあつた場合には訂正、又は掲載をお断りすることもあります。
- 8) 掲載場所 掲載場所につきましては、当会にご一任下さい。
- 9) 申込先 社団法人日本免震構造協会 事務局
〒150-0001 東京都渋谷区神宮前2-3-18 JIA館2階
TEL 03-5775-5432 FAX 03-5775-5434

広告を掲載する会員は、現在のところ正会員としておりますが、賛助会員の方で希望される場合は、事務局へご連絡下さい。

編集後記

この会誌が発行されると間もなく師走がやって来ます。年末には一年を振り返ることが多いものですが、今年は8月末のフォーラム以降の出来事で十分2001年を語れるのではないのでしょうか。

3月に起こった芸予地震の災害が天災なら、はるかに犠牲の大きいテロ事件や雑居ビル火災は人工災害即ち「人災」と言えるものです。関東大震災の時に横浜市では約2万人の犠牲者が出ました。そして復興間もないわずか22年後には、大空襲でほぼ同数の犠牲者が出たと聞いて何か考えさせられたことがあります。こちらの防止策は我々の手中にあるのに何か割り切れない思いがしたものです。

ところで、免震構造は改正基準法の狙い通り動

いていない、あるいは動けないような感じのする部分が少しずつはっきりしてきたようです。今回はQ&Aを掲載しましたが、今後もこのような企画をできるだけ実施したいと考えています。又一評定機関を全ての免震建築が通過しなくなったため、実績を把握し難くなりました。できるだけ多くの実績を一覧表に掲載できるように努力していますので、ご協力宜しくお願いします。

この激動の時期に編集WGを担当してくれたのは、大武、酒井、猿田、鳥居、山竹さんの5名の方々でした。暑い夏から頑張ってくださいました。

出版部会委員長 須賀川 勝

寄付・寄贈

連戦連敗

前田建設 技術研究所報 Vol. 42 2001

くらしの豆知識 2002

振動技術総覧 2001

ラバーインダストリー 2001年第37巻9号

Re 建築/保全 No.131 特集 転換期のものづくり

Re 建築/保全 No.132 特集 人口減少社会がやってくる

中山光男氏

前田建設工業株式会社

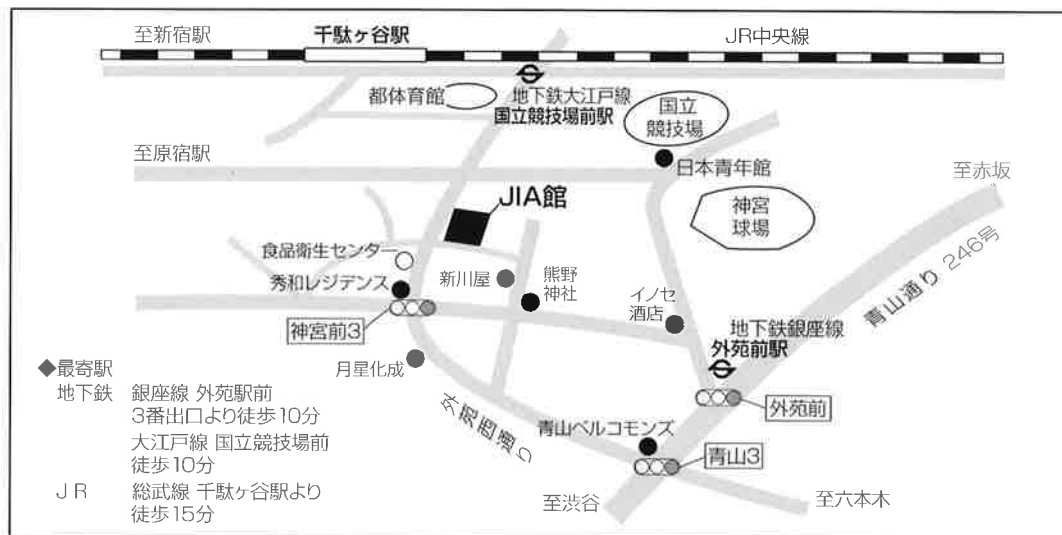
国民生活センター

日本振動技術協会

株式会社ラバーインダストリー

財団法人建築保全センター

財団法人建築保全センター



2001 No.34 平成13年11月25日発行

発行所 (社)日本免震構造協会

編集者 普及委員会 出版部会

印刷 (株)サンデー印刷社

〒150-0001

東京都渋谷区神宮前2-3-18 JIA館2階
社団法人日本免震構造協会

Tel : 03-5775-5432

Fax : 03-5775-5434

http://www.jssi.or.jp/



JSSI

Japan Society of Seismic Isolation

社団法人日本免震構造協会

事務局 〒150-0001 東京都渋谷区神宮前2-3-18 JIA館2階

TEL.03-5775-5432 (代) FAX.03-5775-5434

<http://www.jssi.or.jp/>